



19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

12 Patentschrift  
10 DE 44 11 184 C 2

51 Int. Cl.<sup>6</sup>:  
B 60 R 22/46  
B 60 R 22/48

21 Aktenzeichen: P 44 11 184.3-22  
22 Anmeldetag: 30. 3. 94  
43 Offenlegungstag: 6. 10. 94  
45 Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: 4. 6. 98

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

30 Unionspriorität:  
P 5-73910 31. 03. 93 JP

73 Patentinhaber:  
Nissan Motor Co., Ltd., Yokohama, Kanagawa, JP

74 Vertreter:  
Grünecker, Kinkeldey, Stockmair & Schwanhäusser,  
Anwaltssozietät, 80538 München

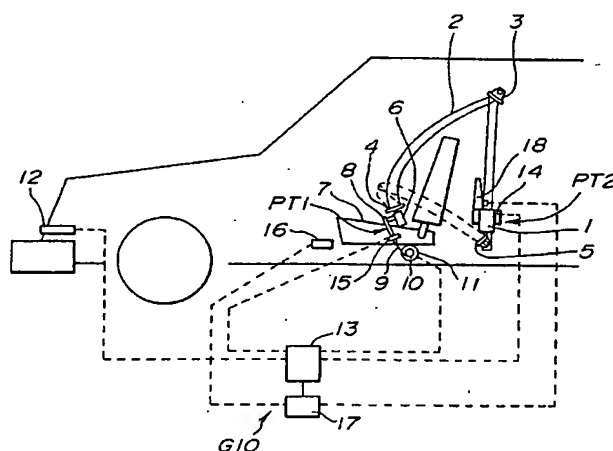
72 Erfinder:  
Omura, Hideo, Yokosuka, Kanagawa, JP;  
Kobayashi, Masaaki, Yokohama, Kanagawa, JP

55 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
gezogene Druckschriften:

DE 41 12 579 A1  
DE-OS 22 27 121  
GB 22 43 533 A  
US 39 18 545

54 Passagier-Rückhaltegurtsystem zur Verwendung mit einem in einem Fahrzeug angebrachten Sitz

57 Passagier-Rückhaltegurtsystem zur Verwendung mit einem in einem Fahrzeug angebrachten Sitz, mit:  
einem Sitzgurt (2) zum Sichern eines Passagiers auf dem Sitz (7) in einer Sitzposition;  
einem Gurtstrammer (1), der auf ein Steuersignal reagiert, um so den Passagier auf dem Sitz (4) zurückzuhalten,  
einer Einrichtung (12) zum Messen der Entfernung und der Geschwindigkeit des Fahrzeugs in bezug auf ein Objekt sowie einer Einrichtung zur Berechnung einer Zeit, nach der ein Fahrzeug-Zusammenstoß mit dem Objekt erwartet wird, und einer Steuereinheit (G10) zur Erzeugung des Steuersignals, das rechtzeitig die Kraft des Gurtstrammers (1) erhöht, wenn ein Fahrzeug-Zusammenstoß erwartet wird, und eines zweiten Steuersignals, das die Kraft des Gurtstrammers (1) reduziert, wenn kein Fahrzeug-Zusammenstoß erwartet wird;  
dadurch gekennzeichnet, daß  
der steuerbare Gurtstrammer (1) als Vorstrammer (PT1) ausgebildet ist, der vor dem Fahrzeug-Zusammenstoß nur bis zu einer vorgegebenen Vorspannkraft (F1) wirksam ist, und daß ein weiterer Gurtstrammer (PT2) vorgesehen ist, der ausgelöst wird, wenn ein Fahrzeug-Zusammenstoß festgestellt wird.



DE 44 11 184 C 2

DE 44 11 184 C 2

Die Erfindung bezieht sich auf ein Passagier-Rückhaltegurtsystem der im Oberbegriff des Patentanspruchs 1 genannten Art.

Bei einem solchen, aus der DE-OS 22 27 121 bekannten Rückhaltegurtsystem wird ein Gurtstrammer benutzt, der den Sitzgurt zurückzieht, wenn eine Fahrzeugkollision auftritt.

Aus der DE-OS 41 12 579 ist ein Rückhaltegurtsystem bekannt, das zwei Gurtstrammer und Kraftmeßeinrichtungen für die Gurtkräfte benutzt, wobei die Gurtstrammer schon vor dem Fahrzeug-Zusammenstoß ausgelöst werden können.

Aus der US-PS 3 918 545 ist ein Rückhaltegurtsystem bekannt, das einen steuerbaren Gurtstrammer hat, der nach Überschreiten einer vorgegebenen Fahrzeugverzögerung kontinuierlich die Strammkraft des Gurtstrammers in Abhängigkeit von der augenblicklichen Fahrzeugverzögerung steuert.

Aufgabe der Erfindung ist es, ein Rückhaltegurtsystem der im Oberbegriff des Patentanspruchs 1 genannten Art so auszubilden, daß die Strammkraft, mit der ein Sitzgurt insbesondere den Fahrer des Fahrzeugs auf dem Sitz sichert, vor dem Auftreten eines Fahrzeug-Zusammenstoßes so eingestellt werden kann, daß der Fahrer in seiner Reaktionsfähigkeit nicht behindert wird.

Bei einem Rückhaltegurtsystem der genannten Art ist diese Aufgabe durch die im kennzeichnenden Teil des Patentanspruchs 1 genannten Merkmale gelöst.

Nach der erfindungsgemäßen Lehre wird die auf den Sitzgurt ausgeübte Strammkraft in drei Schritten gesteuert, nämlich mit Hilfe eines sogenannten Vorstrammers wird der Sitzgurt vor einem Fahrzeug-Zusammenstoß nur bis zu einer vorgegebenen Vorspannkraft gespannt, die jedoch immer dann wieder zurückgenommen wird, wenn ein vorsorglich erwarteter Fahrzeug-Zusammenstoß ausbleibt. Bei einem dritten Schritt wird der weitere Gurtstrammer den Sitzgurt auf eine größere Vorspannkraft zurückziehen, was beim Feststellen eines tatsächlichen Fahrzeug-Zusammenstoßes erfolgt.

Ausgestaltungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen angegeben.

Die Erfindung wird anhand von in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispielen näher erläutert. Im einzelnen zeigen:

Fig. 1A eine schematische Darstellung einer ersten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Passagier-Rückhaltegurtsystems;

Fig. 1B ein schematisches Diagramm zur Erläuterung des Betriebsablaufs des Passagier-Rückhaltegurtsystems gemäß der Erfindung;

Fig. 2 ein Flußdiagramm zur Erläuterung des Betriebs des Passagier-Rückhaltegurtsystems von Fig. 1A;

Fig. 3 einen Graphen mit einer Darstellung von Änderungen der Spannung F, die im Verlauf der Zeit auf den Sitzgurt ausgeübt wird;

Fig. 4 einen Graphen mit einer Darstellung eines Zustandes, in welchem eine große Gefahr für einen Fahrzeugzusammenstoß erwartet wird;

Fig. 5 ein schematisches Diagramm zur Erläuterung der Art und Weise, in welcher die Länge festgelegt wird, um welche der zweite Vorlademechanismus den Sitzgurt zurückzieht;

Fig. 6 einen Graphen mit einer Darstellung der Beziehung zwischen der Länge, um welche der zweite Vorlademechanismus den Sitzgurt zurückzieht, und der auf den Sitzgurt ausgeübten Spannung;

Fig. 7 ein schematisches Diagramm mit einer Darstellung einer zweiten Ausführungsform des Passagier-Rückhaltegurtsystems gemäß der Erfindung;

Fig. 8 ein Flußdiagramm zur Erläuterung des Betriebs des Passagier-Rückhaltegurtsystems von Fig. 7;

Fig. 9 einen Graphen, welcher Änderungen der Spannung F zeigt, die im Verlauf der Zeit auf den Sitzgurt ausgeübt wird;

Fig. 10 ein schematisches Diagramm mit einer Darstellung einer dritten Ausführungsform des Passagier-Rückhaltegurtsystems gemäß der Erfindung;

Fig. 11 ein Flußdiagramm zur Erläuterung des Betriebs des Passagier-Rückhaltegurtsystems von Fig. 10;

Fig. 12 einen Graphen mit einer Darstellung von Änderungen der Spannung F, die im Verlauf der Zeit auf den Sitzgurt ausgeübt wird;

Fig. 13 ein schematisches Diagramm mit einer Darstellung einer vierten Ausführungsform des Passagier-Rückhaltegurtsystems gemäß der Erfindung;

Fig. 14 ein Flußdiagramm zur Erläuterung des Betriebs des Passagier-Rückhaltegurtsystems von Fig. 13;

Fig. 15 einen Graphen mit einer Darstellung von Änderungen der Spannung F, die im Verlauf der Zeit auf den Sitzgurt ausgeübt wird;

Fig. 16 ein schematisches Diagramm mit einer Darstellung einer fünften Ausführungsform des Passagier-Rückhaltegurtsystems gemäß der Erfindung;

Fig. 17 ein Flußdiagramm zur Erläuterung des Betriebs des Passagier-Rückhaltegurtsystems von Fig. 16;

Fig. 18 einen Graphen zur Erläuterung des Betriebs des Passagier-Rückhaltegurtsystems von Fig. 16;

Fig. 19 einen Graphen zur Erläuterung des Betriebs einer geänderten Form der fünften Ausführungsform der Erfindung;

Fig. 20 einen Graphen mit einer Darstellung der Beziehung zwischen dem Strom, die an den Elektromotor geliefert wird, und der Geschwindigkeit, mit welcher der Sitzgurt zurückgezogen wird;

Fig. 21A, 21 B und 21C schematische Diagramme, welche eine geänderte Form des ersten Vorlademechanismus zeigen;

Fig. 22 ein schematisches Diagramm mit einer Darstellung einer weiteren abgeänderten Form des ersten Vorlademechanismus;

Fig. 23 einen Graphen mit einer Darstellung von Variationen der Spannung F, die im Verlauf der Zeit auf den Sitzgurt ausgeübt wird;

Fig. 24 ein schematisches Diagramm mit einer Darstellung einer sechsten Ausführungsform des Passagier-Rückhalte-

gurtsystems gemäß der Erfindung und

Fig. 25 ein Flußdiagramm zur Erläuterung des Betriebs des Passagier-Rückhaltegurtsystems von Fig. 24.

In den Zeichnungen, und insbesondere in Fig. 1A, ist ein schematisches Diagramm eines Passagier-Rückhaltegurtsystems gezeigt, bei welchem die Erfindung verwirklicht ist. Das Rückhaltegurtsystem weist einen Sitzgurt 2 auf, dessen unteres Ende von einer Notfall-Verriegelungsrückziehvorrichtung (ELR) 1 aufgenommen wird, die auf einem Fahrzeugboden oder dem unteren Abschnitt einer zentralen Säule des Fahrzeugs angeordnet ist. Das andere Ende des Sitzgurtes 2 ist durch eine Öffnung in einem Schulteranker hindurchgeschlungen, der an dem oberen Abschnitt der Fahrzeugzentralsäule angebracht ist, und durch eine Öffnung in einer Zunge 4, und ist dann an einem Anker 5 befestigt, der zusammen mit der Rückhaltevorrichtung 1 an dem Fahrzeugboden oder dem unteren Abschnitt der Fahrzeugzentralsäule befestigt ist. Die Zunge 4 wird in einer Schnalle 6 aufgenommen, um das Rückhaltegurtsystem in einer ersten oder normalen Passagierückhalteposition zu sichern. In dieser ersten Passagierückhalteposition erstreckt sich der Sitzgurt 2 über die Schöße von Benutzern, während er sich diagonal über die Brustkörbe der Benutzer erstreckt und über die Schulter ragt.

Das Rückhaltegurtsystem weist weiterhin erste und zweite Vorspannungsmechanismen PT1 und PT2 auf, welche von einer Steuereinheit G10 gesteuert werden, die erste und zweite Steuerschaltungen 13 und 17 aufweist, die miteinander verbunden sind. Der erste Vorlademechanismus PT1 arbeitet in Reaktion auf ein erstes Befehlssignal, welches ihm von der ersten Steuerschaltung 13 zugeführt wird, um den Sitzgurt 2 aus der ersten Passagierückhalteposition in eine zweite Passagierückhalteposition zu ziehen. In der zweiten Passagierückhalteposition hält der Sitzgurt 2 den Passagier auf dem Sitz zurück, unter einem ersten Spannungsgrad F1, der auf den Sitzgurt 2 ausgeübt wird, während seine oder ihre Betätigungsvorgänge zum Vermeiden eines Fahrzeugzusammenstoßes zugelassen werden. Zu diesem Zweck ist der erste Vorlademechanismus PT1 der Schnalle 6 zugeordnet, die so angebracht ist, daß sie eine Gleitbewegung entlang einer Schiene 8 durchführen kann, die auf dem Gestell des Sitzes 7 angebracht ist. Ein Draht 9, der mit der Schnalle 6 verbunden ist, erstreckt sich von der Schiene 8 aus und ist um eine Riemenscheibe 10 herumgewickelt, die von einem Elektromotor 11 angetrieben wird. Bei Vorhandensein des ersten Befehlssignals wird der Elektromotor 11 an eine Stromquelle angeschlossen, und dreht die Riemenscheibe 10 so, daß der Draht 9 in eine Richtung gezogen wird, in welcher die Schnalle 6 entlang der Schiene zurückgezogen wird, um so das erste Ausmaß F1 der Spannung auf den Sitzgurt 2 auszuüben. Wenn die zweite Steuereinheit 13 ein Rückkehrsignal erzeugt, wird die Richtung des Elektromotors 11 umgekehrt, um die Schnalle 6 in ihre Ursprungslage zurückzuführen.

Der zweite Vorlademechanismus PT2 arbeitet in Reaktion auf ein zweites Befehlssignal, welches ihm von der zweiten Steuereinheit 17 zugeführt wird, um den Sitzgurt 2 weiter aus der zweiten Passagierückhalteposition in eine dritte Passagierückhalteposition zurückzuziehen, in welcher ein zweites, größeres Ausmaß F2 an Spannung auf den Sitzgurt 2 ausgeübt wird. Das zweite Ausmaß F2 an Spannung ist so festgelegt, daß es den Passagier auf dem Sitz gegen die Stöße zurückhält, die durch einen Fahrzeugzusammenstoß hervorgerufen werden können. Zu diesem Zweck kann die Rückziehvorrichtung 1 einer explosiven Vorladevorrichtung 18 zugeordnet sein, die in Reaktion auf das zweite Befehlssignal arbeitet, welches ihr von der zweiten Steuerschaltung 17 zugeführt wird, um die Rückziehvorrichtung 1 dazu zu veranlassen, eine kleine vorbestimmte Länge des Sitzgurtes 2 zurückzuziehen.

Die zweite Steuerschaltung 13 erzeugt das erste Befehlssignal, wenn ein Fahrzeugzusammenstoß erwartet wird, und das Rückkehrsignal, wenn kein Fahrzeugzusammenstoß auftritt, nachdem das erste Befehlssignal erzeugt wurde. Die erste Steuerschaltung 13 ist mit einem Ultraschallsensor 12 verbunden, einer Beladungszelle 15, und einem Geschwindigkeitssensor, welcher dem Elektromotor 11 zugeordnet ist. Der Ultraschallsensor 12 ist vorne am Fahrzeug angebracht, um eine Ultraschallwelle zu empfangen, die von dem Fahrzeug erzeugt wird und an dem vorausfahrenden Fahrzeug reflektiert wird. Die Lastzelle 15 reagiert auf die Spannung F, die auf den Sitzgurt 2 ausgeübt wird, und erzeugt ein Sensorsignal, welches die erfaßte Spannung F anzeigt. Der Geschwindigkeits- oder Drehzahlsensor erzeugt ein Signal, welches die Geschwindigkeit vb1 anzeigt, mit welcher sich der Elektromotor 11 dreht. Die erste Steuerschaltung 13 verwendet das Sensorsignal, welches ihr von dem Ultraschallsensor 12 zugeführt wird, um die Entfernung Lc (siehe Fig. 1B) zwischen dem Fahrzeug M2 und dem Fahrzeug M1 davor zu messen, sowie die Geschwindigkeit  $\Delta v_c$  des Fahrzeuges M2 in bezug auf das Fahrzeug M1 davor. Die Relativgeschwindigkeit  $\Delta v_c$  kann auf der Grundlage von Änderungen der Entfernung Lc im Verlauf der Zeit berechnet werden. Die erste Steuerschaltung 13 berechnet die Zeit  $\Delta t_c (= Lc/\Delta v_c)$ , welche das Fahrzeug M2 benötigen kann, um mit dem Fahrzeug M1 davor zusammenzustoßen. Die erste Steuerschaltung 13 erzeugt das erste Befehlssignal auf solche Weise, daß die Zeit  $t_{b1}$ , die dafür erforderlich ist, damit der erste Vorlademechanismus PT1 den Sitzgurt 2 zurückzieht, um so das erste Ausmaß F1 an Spannung auf den Sitzgurt 2 zu erzeugen, geringer ist als die berechnete Zeit  $\Delta t_c$ . Das erste Befehlssignal wird weiterhin an einen Gurtklemmechanismus 14 angelegt, der auf diese Weise die Rückziehvorrichtung 1 so verriegelt, daß verhindert wird, daß der Sitzgurt 2 aus der Rückziehvorrichtung 1 herausgezogen wird. Die erste Steuerschaltung 13 berechnet die Zeit  $t_{b1}$  als  $t_{b1} = L_{b1}/v_{b1}$ , wobei  $v_{b1}$  die Geschwindigkeit ist, mit welcher der erste Vorlademechanismus PT1 den Sitzgurt 2 zurückzieht, und  $L_{b1}$  die vollständige Länge oder der vollständige Hub ist, um welche der erste Vorlademechanismus PT1 den Sitzgurt 2 zurückzieht, um das erste Ausmaß F1 an Spannung auf den Sitzgurt 2 zur Verfügung zu stellen. Die berechnete Zeit  $t_{b1}$  wird in der ersten Steuerschaltung 13 gespeichert. Der Gurtrückziehhub  $L_{b1}$  wird gemessen, während der erste Vorlademechanismus PT1 so betrieben wird, daß er das erste Ausmaß F1 an Spannung auf den Sitzgurt 2 erzeugt, nachdem der Sitzgurt 2 in die erste Passagierückhalteposition gebracht wurde. Der gemessene Gurtrückziehhub  $L_{b1}$  wird in der ersten Steuerschaltung 13 gespeichert. Nachdem die erste Steuerschaltung 13 den Gurtrückziehhub  $L_{b1}$  gespeichert hat, erzeugt sie das Rückkehrsignal, um den Sitzgurt 2 in seine Ursprungslage zurückzubringen. Die Gurtrückziehggeschwindigkeit  $v_{b1}$  des ersten Vorlademechanismus PT1 kann in eine Umdrehungsgeschwindigkeit des Elektromotors 11 umgewandelt werden. Die umgewandelte Motorgeschwindigkeit wird in der ersten Steuerschaltung 13 gespeichert.

Die zweite Steuerschaltung 17 erzeugt das zweite Befehlssignal für den zweiten Vorlademechanismus PT2, wenn ein Fahrzeugzusammenstoß festgestellt wird. Für diese Erfassung ist die zweite Steuerschaltung 17 mit einem G-Sensor 16 verbunden, der auf der Fahrzeugkarosserie angebracht ist. Die zweite Steuerschaltung 17 erfaßt den Fahrzeugzusammenstoß, wenn das Sensorsignal, welches ihr von dem G-Sensor 16 zugeführt wird, eine abrupte Fahrzeugverzögerung anzeigt. Die zweite Steuerschaltung 17 mißt die Länge oder den Hub  $L_{b2}$ , um welche der zweite Vorlademechanismus PT2

den Sitzgurt 2 zurückzieht, während der zweite Vorlademechanismus PT2 so betrieben wird, daß er den Sitzgurt 2 aus der zweiten Passagierückhalteposition weiter in die dritte Passagierückhalteposition zurückzieht, in welcher das zweite Ausmaß F2 an Spannung auf den Sitzgurt 2 ausgeübt wird. Der gemessene Gurtrückziehhub Lb2 wird in der zweiten Steuerschaltung 17 gespeichert.

5 Unter Bezugnahme auf Fig. 2 wird der Betrieb des Passagier-Rückhaltgurtsystems gemäß der Erfindung mit weiteren Einzelheiten beschrieben. Im Schritt S1 werden die Entfernung Lc (Fig. 1B) zwischen dem Fahrzeug M2 und dem Fahrzeug M1 davor sowie die Geschwindigkeit Dvc des Fahrzeuges M1 in bezug auf das davor fahrende Fahrzeug M1 gemessen. Diese Messungen werden auf der Grundlage des Signals durchgeführt, welches von dem Ultraschallsensor 12 geliefert wird. Die Relativgeschwindigkeit Dvc ergibt sich zu  $Dvc = v2 - v1$ , wobei v2 die Bewegungsgeschwindigkeit des Fahrzeuges M2 ist, und v1 die Bewegungsgeschwindigkeit des Fahrzeuges M1 davor. Das Fahrzeug M2 kann ein angehaltenes Fahrzeug sein, oder durch ein festes Objekt ersetzt werden. In diesem Fall ist die Geschwindigkeit v1 gleich Null. Im Schritt S2 wird die Zeit  $\Delta t_c$ , die benötigt wird, damit das Fahrzeug M2 in einen Zusammenstoß mit dem davor fahrenden Fahrzeug M1 gelangt, als  $\Delta t_c = Lc/Dvc$  berechnet. Im Schritt S3 wird die Zeit  $tb1max$ , die dafür erforderlich ist, daß die Schnalle 6 über die Gesamtlänge oder den Gesamthub zurückgezogen wird, auf der Grundlage des vollständigen Hubes Lb1max der Schnalle 6 und der Geschwindigkeit vb1 berechnet, mit welcher sich der Elektromotor 11 dreht, um die Schnalle 6 zurückzuziehen. Im Schritt S4 erfolgt eine Festlegung bezüglich der Tatsache, ob die berechnete Zeit  $\Delta t_c$  größer ist als die Zeit  $tb1max$ , die für den ersten Vorlademechanismus PT1 dafür erforderlich ist, um die Schnalle 6 über den gesamten Hub zurückzuziehen, und kleiner ist als die Zeit  $(tb1max + tba)$ , wobei  $tba$  ein vorbestimmter, kurzer Zeitraum ist. Ist  $\Delta t_c > tb1max + tba$ , so werden die Relativgeschwindigkeit Dvc und die Entfernung Lc erneut im Schritt S1 berechnet. Ist  $tb1max < \Delta t_c < tb1max + tba$ , so bedeutet dies, daß ein hoher Gefährdungsgrad dafür vorhanden ist, daß das Fahrzeug M2 mit dem davor befindlichen Fahrzeug M1 zusammenstößt, und im Schritt S5 erzeugt die erste Steuerschaltung 13 ein erstes Befehlssignal, welches den Gurtklemme mechanismus 14 dazu veranlaßt, die Rückziehvorrückung 1 zu verriegeln, um so zu verhindern, daß der Sitzgurt 2 weiter herausgezogen werden kann. Das erste Befehlssignal wird ebenfalls dazu angelegt, um die Stromquelle mit dem Elektromotor 11 zu verbinden, welcher sich daher dreht, um die Schnalle 6 im Schritt S6 zurückzuziehen.

Im Schritt S7 erfolgt eine Festlegung, ob die Spannung F, die auf den Sitzgurt 2 ausgeübt wird, das erste Ausmaß F1 erreicht oder nicht. Die Spannung F des Sitzgurtes 2 wird auf der Grundlage des Sensorsignals gemessen, welches der ersten Steuerschaltung 13 von der Lastzelle 15 zugeführt wird. Wenn die gemessene Spannung F das erste Ausmaß F1 erreicht, so bedeutet dies, daß der Sitzgurt 1 in die zweite Passagierückhalteposition verbracht wurde, und im Schritt S8 unterbricht die erste Steuerschaltung 13 das erste Befehlssignal, um so das Rückziehen des Sitzgurtes 2 zu beenden. Andernfalls bleibt der Elektromotor 11 mit der Stromquelle verbunden, um die Schnalle 6 im Schritt S6 zurückzuziehen.

Im Schritt S9 erfolgt eine Festlegung, ob ein Fahrzeugzusammenstoß ermittelt wird oder nicht, trotz der Versuche des Fahrers, den Fahrzeugzusammenstoß zu vermeiden. Diese Festlegung erfolgt auf der Grundlage eines Signals, welches eine abrupte Fahrzeugverzögerung anzeigt, und welches von dem G-Sensor 16 der zweiten Steuerschaltung 17 zugeführt wird. Ist die Antwort auf diese Abfrage "JA", dann erzeugt die zweite Steuerschaltung 17 das zweite Befehlssignal im Schritt S10, um den zweiten Vorlademechanismus PT2 (die explosive Vorlade vorrichtung 18) dazu zu veranlassen, den Sitzgurt 2 momentan aus der zweiten Passagierückhalteposition in die dritte Passagierückhalteposition zurückzuziehen, in welcher das zweite Ausmaß F2 an Spannung auf den Sitzgurt 2 ausgeübt wird. Wenn kein eine abrupte Fahrzeugverzögerung anzeigendes Signal auftritt, nachdem ein ausreichender Zeitraum verstrichen ist, der länger ist als die Zeit  $\Delta t_c$ , so bedeutet dies, daß der Fahrzeugzusammenstoß vermieden wurde, und dann erzeugt die erste Steuerschaltung 13 das Rückkehrsignal im Schritt S11, um die Richtung des Elektromotors 11 umzukehren. Dies führt dazu, daß die Schnalle 6 in ihre Ursprungslage zurückgebracht wird, in welcher der Sitzgurt 2 in die erste oder normale Passagierückhalteposition verbracht wird. Im Schritt S12 veranlaßt die erste Steuerschaltung 13 den Gurtklemme mechanismus 14 dazu, seinen Rückziehvorrückungs-Verriegelungszustand zu lösen.

45 Wenn ein Zusammenstoß des Fahrzeuges M2 mit dem Fahrzeug M1 davor erwartet wird, erzeugt die erste Steuerschaltung 13 das erste Befehlssignal für den Gurtklemme mechanismus 14, welcher hierdurch die Rückziehvorrückung 1 verriegelt, um zu verhindern, daß der Sitzgurt 2 weiter aus der Rückziehvorrückung 1 herausgezogen wird. Das erste Befehlssignal wird weiterhin dazu angelegt, um den Elektromotor 11 mit der Stromquelle zu verbinden. Dies führt dazu, daß die Schnalle 6 zurückgezogen wird, um das erste Ausmaß F1 an Spannung auf den Sitzgurt 2 auszuüben, welcher den Passagier auf dem Sitz zurückhält, während er dessen oder deren Versuche zuläßt, den Fahrzeugzusammenstoß zu vermeiden. Wenn der Zusammenstoß des Fahrzeuges M2 mit dem Fahrzeug M1 davor festgestellt wird, erzeugt die zweite Steuerschaltung 17 das zweite Befehlssignal, was die explosive Vorladevorrichtung 18 dazu veranlaßt, den Sitzgurt 2 weiter aus der zweiten Passagierückhalteposition in die dritte Passagierückhalteposition zurückzuziehen, in welcher das zweite, größere Ausmaß F2 an Spannung auf den Sitzgurt 2 ausgeübt wird. Das zweite Ausmaß F2 an Spannung ist dazu geeignet, den Passagier auf dem Sitz gegen die Stöße zurückzuhalten, welche durch den Fahrzeugzusammenstoß hervorgerufen werden können.

Der zweite Vorlademechanismus PT2, also die explosive Vorlade vorrichtung 18, wird dazu verwendet, den Sitzgurt 2 um die Rückziehvorrückung 1 aus der zweiten Passagierückhalteposition zurückzuziehen. Es ist daher möglich, auf sichere Weise das zweite Ausmaß F2 an Spannung in kurzer Zeit auf den Sitz gurt 2 auszuüben. Der zweite Vorlademechanismus PT2 ist so ausgelegt, daß er eine kleine vorbestimmte Länge des Sitz gurtes 2 aus der zweiten Passagierückhalteposition zurückzieht. Dies ist dazu wirksam, den zweiten Vorlademechanismus PT2 zu vereinfachen. Gelangt das Fahrzeug M2 nicht in einen Zusammenstoß mit dem Fahrzeug M1 davor, nachdem der erste Vorlademechanismus PT1 begonnen hat zu arbeiten, so wird die Richtung des Elektromotors 11 umgekehrt, um die Schnalle 6 in ihre Ausgangslage zurückzuführen. Dies führt dazu, daß der Sitzgurt 2 in die erste oder normale Passagierückhalteposition zurückgebracht wird.

Selbst wenn der erste Vorlademechanismus PT1 fehlerhaft so arbeitet, daß er das erste Ausmaß F1 an Spannung auf den Sitzgurt 2 vor einem Fahrzeugzusammenstoß ausübt, kann der Fahrer so arbeiten, daß er das Fahrzeug fährt. Wenn nur der zweite Vorlademechanismus PT2 fehlerhaft arbeitet, so daß die kleine vorbestimmte Länge des Sitzgurtes 2

aus der ersten oder normalen Passagierückhalteposition zurückzieht, erreicht die Spannung  $F$ , die auf den Sitzgurt 2 ausgeübt wird, nicht das zweite Ausmaß  $F_1$ , so daß der Fahrer so arbeiten kann, daß er das Fahrzeug fährt.

Fig. 3 zeigt Variationen der Spannung  $F$ , die auf den Sitzgurt 2 im Verlauf der Zeit ausgeübt wird. Eine starke Gefahr für einen Fahrzeugzusammenstoß wird erwartet, wenn die geschätzte Zeit  $\Delta t_c$ , die es dauern kann, bis das Fahrzeug in einen Zusammenstoß mit dem Fahrzeug davor gelangt, länger ist als die Zeit  $tb_{1max}$ , die dafür erforderlich ist, daß die Schnalle 6 über den gesamten Hub bzw. die gesamte Länge zurückgezogen wird. In diesem Fall erzeugt die erste Steuerschaltung 13 das erste Befehlssignal, welches den ersten Vorlademechanismus PT1 dazu veranlaßt, mit dem Zurückziehen des Sitzgurtes 2 zu beginnen, wie durch die durchgezogene Linie von Fig. 3 angedeutet ist. Eine erhebliche Gefahr für einen Fahrzeugzusammenstoß wird erwartet, wenn die geschätzte Zeit  $\Delta t_c (= Lc/vc)$  innerhalb eines Bereiches A liegt, der zwischen der Zeit  $tb_{1max}$  und einer Zeit  $(tb_{1max} + tb\alpha)$  festgelegt wird, welche etwas länger ist als die Zeit  $tb_{1max}$ , wie in Fig. 4 gezeigt ist. Es ist daher möglich sicherzustellen, daß der erste Vorlademechanismus PT1 das Rückziehen des Sitzgurtes 2 vor dem Fahrzeugzusammenstoß beenden kann.

Wie durch die durchgezogene Linie von Fig. 3 angedeutet ist, ist die tatsächliche Zeit  $tb_1$ , die zum Zurückziehen der Schnalle 6 über den vollen Hub  $Lb_{1max}$  erforderlich ist, geringer als die Zeit  $tb_{1max}$  (durch die gestrichelte Linie in Fig. 3 angedeutet). Daher ist es möglich, daß der erste Vorlademechanismus PT1 den Gurtdurchhang aufnimmt, der unter dem ersten Ausmaß  $F_1$  der Spannung aufgenommen werden kann, vor dem Fahrzeugzusammenstoß. Da das erste Ausmaß  $F_1$  der Spannung so eingestellt ist, daß der Passagier auf dem Sitz zurückgehalten wird, während zugelassen wird, daß er oder sie das Fahrzeug fährt, ist es dem Fahrer möglich, den Fahrzeugzusammenstoß zu verhindern. Wenn der Fahrzeugzusammenstoß vermieden wird, kehrt der erste Vorlademechanismus PT1 in seinen Ursprungszustand zurück, in welchem er den Empfang des nächsten ersten Befehlssignals von der ersten Steuerschaltung 13 erwartet.

Wenn die zweite Steuerschaltung 17 ein Signal, welches eine abrupte Fahrzeugverzögerung anzeigt, von dem G-Sensor 16 empfängt, so stellt sie einen Fahrzeugzusammenstoß fest, und erzeugt das zweite Befehlssignal, welches den zweiten Vorlademechanismus PT2 dazu veranlaßt, den Sitzgurt 2 in die dritte Passagierückhalteposition zurückzuziehen, in welcher das zweite Ausmaß  $F_2$  der Spannung auf den Sitzgurt 2 ausgeübt wird. In dem zweiten Ausmaß  $F_2$  der Spannung wird der Fahrer so zurückgehalten, daß Betätigungsvorgänge zum Fahren des Fahrzeugs verhindert werden. Selbstverständlich sind die Betätigungsvorgänge des Fahrers zum Fahren des Fahrzeugs nicht erforderlich, nachdem das Fahrzeug einen Zusammenstoß mit dem Fahrzeug davor erfährt. Der zweite Vorlademechanismus PT2 muß nicht erneut verwendbar sein. Aus diesem Grund ist der zweite Vorlademechanismus PT2 in Form eines explosiven Vorladers vorgesehen, welcher ein großes Ausmaß an Spannung auf den Sitzgurt 2 ausüben kann.

Annähernd der gesamte Durchhang, der bei dem Sitzgurt 2 infolge der Kleidung des Passagiers vorhanden ist, und infolge von Längenänderungen des Sitzgurtes 2 vorhanden ist, der zurückgezogen ist, um einen optimalen Rückhaltezustand zur Verfügung zu stellen, wird absorbiert, wenn der erste Vorspannungsmechanismus PT1 so arbeitet, daß er den Sitzgurt 2 zurückzieht, um so das erste Ausmaß  $F_1$  an Spannung für den Sitzgurt 2 zur Verfügung zu stellen. Daher können die Länge  $Lb_2$  des Sitzgurtes 2, um welche dieser aus der zweiten Passagierückhalteposition in die dritte Passagierückhalteposition zurückgezogen werden soll, und das zweite Ausmaß  $F_2$  der Spannung, die auf den Sitzgurt 2 in der dritten Passagierückhalteposition ausgeübt werden soll, im wesentlichen auf einen konstanten Wert eingestellt werden.

Unter Bezugnahme auf Fig. 5 erfolgt eine Beschreibung der Art und Weise, in welcher die Länge  $Lb_2$  festgelegt wird, um welche der zweite Vorlademechanismus PT2 den Sitzgurt 2 aus der zweiten Passagierückhalteposition in die dritte Passagierückhalteposition zurückzieht. Die Welle der Rückziehvorrückung 1 wird so gedreht, daß sie den Sitzgurt 2 weiter aus der zweiten Passagierückhalteposition in die dritte Passagierückhalteposition zurückzieht, wobei die Schnalle 6 in die Position zurückgezogen wird, in welcher das erste Ausmaß  $F_1$  an Spannung auf den Sitzgurt ausgeübt wird. Ein Potentiometer 21 wird dazu verwendet, die Länge zu messen, um welche der Sitzgurt 2 weiter aus der zweiten Passagierückhalteposition zurückgezogen wird. Die Beziehung zwischen der gemessenen Länge und dem Ausmaß an Spannung, welches auf den Sitzgurt 2 ausgeübt wird, ist so wie in Fig. 6 dargestellt. Diese Beziehung, die für jede Art eines Fahrzeugs bei dessen Entwurf erhalten wird, wird dazu verwendet, die Gurtrückhalteigenschaften des zweiten Vorlademechanismus PT2 festzulegen.

In Fig. 7 ist eine zweite Ausführungsform des Passagier-Rückhaltegurtsystems gemäß der Erfindung gezeigt, wobei entsprechende Elemente durch gleiche Bezugszeichen bezeichnet sind. Bei dieser Ausführungsform ist die erste Steuerschaltung 13 in einen ersten und einen zweiten Abschnitt 32 und 34 unterteilt. Der erste Abschnitt 32 ist mit der Lastzelle 15 verbunden, mit dem Geschwindigkeitssensor, der dem Elektromotor 11 zugeordnet ist, und einem Schnallenschalter 31. Der Schnallenschalter 31 wird eingeschaltet, wenn die Zunge 4 in die Schnalle 6 eingeführt wird, um den Sitzgurt 2 in die erste Passagierückhalteposition zu bringen. Der zweite Abschnitt 34 ist mit dem Ultraschallsensor 12 verbunden, mit dem Geschwindigkeitssensor, welcher dem Elektromotor 11 zugeordnet ist, und mit einem Potentiometer 33, welches dem Elektromotor 11 zugeordnet ist. Das Potentiometer 33 wird zur Messung der Gesamtlänge oder des vollständigen Hubes  $Lb_{1memo}$  der Schnalle 6 verwendet.

Wenn der Schnallenschalter 31 eingeschaltet wird, erzeugt der erste Abschnitt 32 das erste Befehlssignal, welches den Elektromotor 11 dazu veranlaßt, die Schnalle 6 zurückzuziehen, um so den Sitzgurt 2 in die zweite Passagierückhalteposition zu bringen. Daraufhin verwendet der zweite Abschnitt 34 das Potentiometer 33, um die volle Länge oder den vollen Hub  $Lb_{1memo}$  der Schnalle 6 zu messen. Der gemessene vollständige Hub  $Lb_{1memo}$  wird in dem zweiten Abschnitt 34 gespeichert. Der zweite Abschnitt 34 berechnet die Zeit  $tb_{1memo}$ , die für den Elektromotor 11 erforderlich ist, um die Schnalle 6 über den vollständigen Hub zurückzuziehen, auf der Grundlage der gemessenen Länge  $Lb_{1memo}$  und der Geschwindigkeit  $vb_1$ , mit welcher sich der Elektromotor 11 dreht, um die Schnalle 6 zurückzuziehen. Der zweite Abschnitt 34 verwendet das Sensorsignal, welches ihm von dem Ultraschallsensor 12 zugeführt wird, um die Entfernung  $Lc$  (vgl. Fig. 1B) zwischen dem Fahrzeug M2 und dem Fahrzeug M1 davor zu messen, sowie die Geschwindigkeit  $\Delta v_c$  des Fahrzeuges M2 in bezug auf das Fahrzeug M1 davor. Die Relativgeschwindigkeit  $\Delta v_c$  kann berechnet werden auf der Grundlage von Änderungen der Entfernung  $Lc$  mit der Zeit. Der zweite Abschnitt 34 berechnet die Zeit  $\Delta t_c (= Lc/\Delta v_c)$ , die es dauern kann, bis das Fahrzeug M2 einen Zusammenstoß mit dem Fahrzeug M1 davor erfährt. Der erste Abschnitt 32 erzeugt das erste Befehlssignal, wenn die berechnete Zeit  $\Delta t_c$  innerhalb eines Bereiches liegt, der durch die berechnete

Zeit  $tb1memo$  und eine Zeit festgelegt wird, die etwas länger ist als die berechnete Zeit  $tb1memo$ . Das erste Befehlssignal wird weiterhin an den Gurtklemmechanismus 14 angelegt, welcher hierdurch die Rückziehvorrichtung 1 verriegelt, um zu verhindern, daß der Sitzgurt 2 aus der Rückziehvorrichtung 1 herausgezogen wird. Weiterhin wird das erste Befehlssignal dazu angelegt, um den Elektromotor 11 zu aktivieren, um so die Schnalle 6 zurückzuziehen. Wenn die Länge  $Lb1$ , um welche der Elektromotor 11 die Schnalle 6 zurückzieht, die gespeicherte Länge  $Lb1memo$  erreicht, so unterbricht der erste Abschnitt 32 das erste Befehlssignal, um den Elektromotor 11 anzuhalten. Dies führt dazu, daß der Sitzgurt 2 in der zweiten Passagierückhalteposition gehalten wird. Wenn ein Fahrzeugzusammenstoß festgestellt wird, so erzeugt der erste Abschnitt 32 das zweite Befehlssignal für den zweiten Vorlademechanismus PT2, der hierdurch die Rückziehvorrichtung 1 dazu veranlaßt, den Sitzgurt 2 aus der zweiten Passagierückhalteposition in die dritte Passagierückhalteposition zurückzuziehen, in welcher das zweite Ausmaß F2 an Spannung auf den Sitzgurt 2 ausgeübt wird. Wird kein Fahrzeugzusammenstoß festgestellt, so erzeugt der erste Abschnitt 32 das Rückkehrsignal, um die Richtung des Elektromotors 11 umzukehren, und so die Schnalle 2 in ihre Ursprungslage zurückzubringen. Daraufhin wird der Gurtklemmechanismus 14 freigegeben. Dies führt dazu, daß der Sitzgurt 2 in die erste Passagierückhalteposition zurückgebracht wird.

Unter Bezugnahme auf Fig. 8 wird der Betrieb der zweiten Ausführungsform weiter beschrieben. Wenn der Sitzgurt 2 dadurch in die erste oder normale Passagierückhalteposition gebracht wird, daß die Zunge 4 in die Schnalle 6 eingeschoben wird, wird über den Schnallenschalter 31 die Schaltung 32 betätigt, um den Elektromotor 11 dazu zu veranlassen, die Schnalle 6 des ersten Vorlademechanismus PT1 im Schritt S802 zurückzuziehen. Die Schnalle 6 wird solange zurückgezogen, bis die Lastzelle 15 feststellt, daß die auf den Sitzgurt 2 ausgeübte Spannung F ein erstes Ausmaß F1 erreicht. Im Schritt S803 erfolgt eine Festlegung, ob die erste Spannung F, die auf den Sitzgurt 2 ausgeübt wird, das erste Ausmaß F1 erreicht oder nicht. Ist die Antwort auf diese Frage "JA", dann bedeutet dies, daß der Sitzgurt 2 in die zweite Passagierückhalteposition zurückgezogen wird, und der Elektromotor 11 wird angehalten, um ein weiteres Rückziehen der Schnalle 6 im Schritt S804 zu beenden. Die Länge  $Lb1memo$ , um welche die Schnalle 6 zurückgezogen wird, wird durch das Potentiometer 33 gemessen, welches dem Elektromotor 11 zugeordnet ist, und wird im Schritt S805 in der Steuerschaltung 32 gespeichert. Ist die Spannung F kleiner als das erste Ausmaß F1, dann bleibt die Schnalle 6 im Schritt S802 zurückgezogen. Im Schritt S806 wird die Richtung des Elektromotors 11 umgekehrt, um die Schnalle 6 in ihre Ursprungslage zurückzubringen.

Gelangt das Fahrzeug in einen normalen Fahrzustand, so werden im Schritt S807 die Entfernung  $Lc$  zwischen dem Fahrzeug M2 und dem Fahrzeug M1 davor sowie die Geschwindigkeit  $Dvc$  des Fahrzeugs M1 in bezug auf das Fahrzeug M1 davor gemessen. Diese Messungen erfolgen auf der Grundlage des Signals, welches von dem Ultraschallsensor 12 zugeführt wird. Die Relativgeschwindigkeit  $\Delta vc$  ist gegeben durch  $\Delta vc = v2 - v1$ , wobei  $v2$  die Fahrgeschwindigkeit des Fahrzeugs M2 ist, und  $v1$  die Fahrgeschwindigkeit des Fahrzeugs M1 davor. Das Fahrzeug M2 kann ein angehaltenes Fahrzeug sein, oder durch ein feststehendes Objekt ersetzt werden. In diesem Fall ist die Geschwindigkeit  $v1$  gleich Null. Im Schritt S808 wird die Zeit  $\Delta tc$ , die dazu erforderlich ist, daß das Fahrzeug M2 einen Zusammenstoß mit dem Fahrzeug M1 davor erfährt, berechnet als  $\Delta tc = Lc / \Delta vc$ . Im Schritt S809 berechnet die Steuerschaltung 34 die Zeit  $tb1memo$ , die dafür erforderlich ist, daß die Schnalle 6 maximal zurückgezogen wird (vollständiger Hub), auf der Grundlage der gespeicherten Länge  $Lb1memo$ , und der Geschwindigkeit  $vb1$ , mit welcher sich der Elektromotor 11 dreht, um die Schnalle 6 zurückzuziehen. Im Schritt S810 erfolgt eine Festlegung, ob die berechnete Zeit  $\Delta tc$  größer ist als die Zeit  $tb1memo$  und kleiner als die Zeit  $(tb1memo + t\alpha)$ . Ist  $\Delta tc > tb1memo + t\alpha$ , so bedeutet dies, daß keine Gefahr besteht, daß das Fahrzeug M2 einen Zusammenstoß mit dem Fahrzeug M1 davor erfährt, und dann werden die Relativgeschwindigkeit  $\Delta vc$  und die Entfernung  $Lc$  im Schritt S807 erneut berechnet. Ist  $tb1memo < \Delta tc < tb1memo + t\alpha$ , so bedeutet dies, daß eine große Gefahr dafür besteht, daß das Fahrzeug M2 mit dem Fahrzeug M1 davor zusammenstößt, und dann arbeitet im Schritt S811 der Gurtklemmechanismus 14 so, daß er die Rückziehvorrichtung 1 verriegelt, um so zu verhindern, daß der Sitzgurt 2 weiter herausgezogen wird. Im Schritt S812 wird der Elektromotor 11 aktiviert, um die Schnalle 6 zurückzuziehen.

Im Schritt S813 erfolgt eine Bestimmung, ob die Länge  $Lb1$ , um welche die Schnalle 6 zurückgezogen wird, die gespeicherte Länge  $Lb1memo$  erreicht oder nicht. Die Länge  $Lb1$ , um welche die Schnalle 6 zurückgezogen ist, wird von dem Potentiometer 33 gemessen. Falls die gemessene Länge  $Lb1$  den gespeicherten Wert  $Lb1memo$  erreicht, so bedeutet dies, daß der Sitzgurt 1 in die zweite Passagierückhalteposition gebracht wurde, und dann wird im Schritt S814 der Elektromotor 11 von der Stromquelle abgetrennt, so daß der erste Vorlademechanismus PT1 das Zurückziehen des Sitzgurtes 2 beendet. Andernfalls bleibt der Elektromotor 11 aktiviert, um im Schritt S812 die Schnalle 6 zurückzuziehen.

Im Schritt S815 erfolgt eine Ermittlung, ob ein Fahrzeugzusammenstoß festgestellt wird oder nicht, trotz der Versuche des Fahrers, den Fahrzeugzusammenstoß zu verhindern. Diese Ermittlung erfolgt auf der Grundlage eines Signals, welches eine abrupte Fahrzeugverzögerung anzeigt, und welches von dem G-Sensor 16 der zweiten Steuereinheit 17 zugeführt wird. Ist die Antwort auf diese Frage "JA", dann erzeugt die zweite Steuereinheit 17 ein zweites Befehlssignal im Schritt S816, um die explosive Vorladevorrichtung 18 dazu zu veranlassen, den Sitzgurt 2 momentan aus der zweiten Passagierückhalteposition in die dritte Passagierückhalteposition zurückzuziehen, um so ein zweites Ausmaß F2 an Spannung auf den Sitzgurt 2 auszuüben. Falls kein Signal auftritt, welches eine abrupte Fahrzeugverzögerung anzeigt, nachdem ein ausreichender Zeitraum verstrichen ist, der länger ist als die Zeit  $\Delta tc$ , so bedeutet dies, daß der Fahrzeugzusammenstoß vermieden wurde, und dann wird die Richtung des Elektromotors 11 umgekehrt, um die Schnalle 6 in ihre Ursprungsposition am Punkt 817 zurückzubringen. Im Schritt S818 wird der Verriegelungszustand der Rückziehvorrichtung des Gurtklemmechanismus 14 gelöst.

Fig. 9 zeigt Änderungen der Spannung F, die im Verlauf der Zeit auf den Sitzgurt 2 ausgeübt wird. Unmittelbar nachdem der Sitzgurt 2 in die erste oder normale Passagierückhalteposition gebracht wurde, beginnt der Elektromotor 11 mit seinem Betrieb, die Schnalle 6 zurückzuziehen, um so das erste Ausmaß F1 an Spannung für den Sitzgurt 2 zu erzeugen. Die Zeit  $tb1memo$ , während der Elektromotor 11 arbeitet, um das erste Ausmaß F1 an Spannung auf den Sitzgurt 2 auszuüben, wird gemessen und gespeichert. Die gespeicherte Zeit  $tb1memo$  wird dazu verwendet, die Schnalle 6 zurückzuziehen, um so das erste Ausmaß F1 an Spannung für den Sitzgurt 2 zur Verfügung zu stellen, wenn ein Fahrzeugzusammen-



menstoß erwartet wird.

Die Länge  $L_{b1memo}$ , um welche die Schnalle 6 zurückgezogen wird, wird von dem Potentiometer 33 gemessen, welches dem Elektromotor 11 zugeordnet ist, und wird in der Steuerschaltung 32 gespeichert. Da die Länge  $L_{b1memo}$  normalerweise geringer ist als der vollständige Hub  $L_{b1max}$  der Schnalle 6 ist die Zeit  $t_{b1memo}$ , die bei der zweiten Ausführungsform erforderlich ist, um die Spannung auf den Sitzgurt 2 auf das erste Ausmaß F1 zu erhöhen, geringer als die Zeit  $t_{b1max}$ , die bei der ersten Ausführungsform erforderlich ist, um die Spannung auf den Sitzgurt 2 auf das erste Ausmaß F1 zu erhöhen. Dies ist wirksam zur Verringerung der Frequenz, mit welcher der erste Vorlademechanismus PT1 arbeitet.

In Fig. 10 ist eine dritte Ausführungsform des Passagier-Rückhaltegurtsystems gemäß der Erfindung gezeigt, wobei gleiche Elemente durch gleiche Bezugszeichen bezeichnet sind. Bei dieser Ausführungsform erzeugt die erste Steuerschaltung 41 ein erstes Befehlssignal in Zeitintervallen, um den ersten Vorlademechanismus PT1 so zu betreiben, daß die Spannung F, die auf den Sitzgurt 2 ausgeübt wird, auf das erste Ausmaß F1 erhöht wird, und zwar in mehreren (in diesem Falle vier) Stufen während eines Zeitraums  $\Delta t_c$ , der vergeht, bis das Fahrzeug M2 mit dem Fahrzeug M1 davor zusammenstoßen könnte.

Unter Bezugnahme auf Fig. 11 wird der Betrieb der dritten Ausführungsform weiter erläutert. Im Schritt S1101 werden die Entfernung  $L_c$  zwischen dem Fahrzeug M2 und dem Fahrzeug M1 davor sowie die Geschwindigkeit  $D_{vc}$  des Fahrzeuges M1 in bezug auf das Fahrzeug M1 davor gemessen. Diese Messungen erfolgen auf der Grundlage des Signals, welches von dem Ultraschallsensor 12 geliefert wird. Die Relativgeschwindigkeit  $\Delta v_c$  ist gegeben durch  $\Delta v_c = v_2 - v_1$ , wobei  $v_2$  die Fahrgeschwindigkeit des Fahrzeuges M2 ist, und  $v_1$  die Fahrgeschwindigkeit des Fahrzeuges M1 davor. Das Fahrzeug M2 kann ein angehaltenes Fahrzeug sein, oder durch ein feststehendes Objekt ersetzt werden. In diesem Fall ist die Geschwindigkeit  $v_1$  gleich Null. Im Schritt S1102 wird die Zeit  $\Delta t_c$ , welche das Fahrzeug M2 benötigen wird, um mit dem Fahrzeug M1 davor zusammenzustoßen, berechnet als  $\Delta t_c = L_c / \Delta v_c$ . Im Schritt S1103 erfolgt eine Ermittlung, ob die berechnete Zeit  $\Delta t_c$  die Zeit  $(1/4) \cdot T_b$  erreicht, welche der erste Vorlademechanismus PT1 erfordert, um den vollständigen Hub  $L_{b1}$  der Schnalle 6 zurückzuziehen. Ist  $\Delta t_c > (1/4) \cdot T_b$ , dann werden die Relativgeschwindigkeit  $D_{vc}$  und die Entfernung  $L_c$  erneut im Schritt S1101 berechnet. Ist  $\Delta t_c = (1/4) \cdot T_b$ , dann erzeugt im Schritt S1104 die erste Steuerschaltung 41 ein erstes Befehlssignal, welches den Gurtklemmechanismus 14 dazu veranlaßt, die Rückziehvorrichtung 1 zu verriegeln, um so ein weiteres Herausziehen des Sitzgurtes 2 zu verhindern. Das erste Befehlssignal wird auch dazu angelegt, um die Stromquelle mit dem Elektromotor 11 zu verbinden, der sich daher dreht, um die Schnalle 6 im Schritt S1105 zurückzuziehen.

Im Schritt S1106 erfolgt eine Ermittlung, ob die Spannung F, die auf den Sitzgurt 2 ausgeübt wird, ein Viertel des ersten Ausmaßes F1 erreicht oder nicht. Die Spannung F des Sitzgurtes 2 wird auf der Grundlage des Sensorsignals gemessen, welches der ersten Steuerschaltung 41 von der Lastzelle 15 zugeführt wird. Ist die gemessene Spannung F geringer als ein Viertel des ersten Ausmaßes F1, dann bleibt der Elektromotor 11 mit der Stromquelle verbunden, um im Schritt S1105 die Schnalle 6 weiter zurückzuziehen. Wenn die gemessene Spannung F ein Viertel des ersten Ausmaßes F1 erreicht, dann unterbricht im Schritt S1107 die erste Steuerschaltung 41 das erste Befehlssignal, um den Elektromotor 11 von der Stromquelle abzutrennen. Dies beendet das Rückziehen des Sitzgurtes 2 und hält den Sitzgurt 2 in einer ersten Halteposition, in welcher ein Viertel des ersten Ausmaßes F1 der Spannung auf den Sitzgurt 2 ausgeübt wird.

Nach Beendigung dieser ersten Stufe des Schnallenrückziehvorgangs werden entsprechende Schritte für die zweite Stufe des Rückziehvorgangs für die Schnalle wiederholt. Daher wird im Schritt S1108 die Entfernung  $L_c$  zwischen dem Fahrzeug M2 und dem Fahrzeug M1 davor sowie die Geschwindigkeit  $\Delta v_c$  des Fahrzeuges M1 in bezug auf das Fahrzeug M1 davor gemessen. Diese Messungen erfolgen auf der Grundlage des von dem Ultraschallsensor 12 zugeführten Signals. Die Relativgeschwindigkeit  $\Delta v_c$  ist gegeben durch  $\Delta v_c = v_2 - v_1$ , wobei  $v_2$  die Fahrgeschwindigkeit des Fahrzeuges M2 ist, und  $v_1$  die Fahrgeschwindigkeit des Fahrzeuges M1 davor. Im Schritt S1109 wird die Zeit  $\Delta t_c$  berechnet, welche verstreicht, bis das Fahrzeug M2 einen Zusammenstoß mit dem Fahrzeug M1 davor erfährt, und zwar als  $\Delta t_c = L_c / \Delta v_c$ . Im Schritt S1110 erfolgt eine Ermittlung, ob die berechnete Zeit  $\Delta t_c$  die Zeit  $(2/4) \cdot T_b$  erreicht, die dafür erforderlich ist, daß der erste Vorlademechanismus PT1 den verbleibenden Hub der Schnalle 6 aus der ersten Anhalteposition zurückzieht. Ist  $\Delta t_c > (2/4) \cdot T_b$ , dann werden im Schritt S1108 die Relativgeschwindigkeit  $D_{vc}$  und die Entfernung  $L_c$  erneut berechnet. Ist  $\Delta t_c = (2/4) \cdot T_b$ , dann erzeugt im Schritt S1111 die erste Steuerschaltung 41 ein erstes Befehlssignal, welches den Gurtklemmechanismus 14 dazu veranlaßt, die Rückziehvorrichtung 1 zu verriegeln, um so ein weiteres Herausziehen des Sitzgurtes 2 zu verhindern. Das erste Befehlssignal wird ebenfalls dazu angelegt, um die Stromquelle mit dem Elektromotor 11 zu verbinden, der sich daher dreht, um die Schnalle 6 weiter aus der ersten Halteposition zurückzuziehen, im Schritt S1112.

Im Schritt S1113 erfolgt eine Bestimmung, ob die auf den Sitzgurt 2 ausgeübte Spannung F zwei Viertel des ersten Ausmaßes F1 erreicht oder nicht. Die Spannung F des Sitzgurtes 2 wird auf der Grundlage des Sensorsignals gemessen, welches der ersten Steuerschaltung 41 von der Lastzelle 15 zugeführt wird.

Ist die gemessene Spannung F geringer als zwei Viertel des ersten Ausmaßes F1, dann bleibt der Elektromotor 11 mit der Stromquelle verbunden, um im Schritt S1112 die Schnalle 6 weiter zurückzuziehen. Erreicht die gemessene Spannung F zwei Viertel des ersten Ausmaßes F1, dann unterbricht im Schritt S1114 die erste Steuerschaltung 41 das erste Befehlssignal, um den Elektromotor 11 von der Stromquelle abzutrennen, und so das Zurückziehen des Sitzgurtes 2 zu beenden. Dies führt dazu, daß der Sitzgurt in einer zweiten Halteposition gehalten wird, in welcher zwei Viertel des ersten Ausmaßes F1 der Spannung auf den Sitzgurt 2 ausgeübt wird.

Nach Beendigung dieser zweiten Stufe des Rückziehvorgangs für die Schnalle werden entsprechende Schritte für die dritte und vierte Stufe S1115 bzw. S1116 des Schnallenrückziehvorgangs wiederholt. Wenn die vierte Stufe des Schnallenrückziehvorgangs beendet ist, so erreicht die Spannung F, die auf den Sitzgurt 2 ausgeübt wird, das erste Ausmaß F1.

Im Schritt S1117 erfolgt eine Bestimmung, ob ein Fahrzeugzusammenstoß festgestellt wird oder nicht, trotz der Versuche des Fahrers, den Fahrzeugzusammenstoß zu vermeiden. Diese Ermittlung erfolgt auf der Grundlage eines Signals, welches eine abrupte Fahrzeugverzögerung anzeigt, und welches von dem G-Sensor 16 der zweiten Steuerschaltung 17 zugeführt wird. Ist die Antwort auf diese Abfrage "JA", dann erzeugt die zweite Steuerschaltung 17 ein zweites Befehls-

signal im Schritt S1118, um die explosive Vorladevorrichtung 18 dazu zu veranlassen, den Sitzgurt 2 momentan aus der zweiten Passagierrückhalteposition in die dritte Passagierrückhalteposition zurückzuziehen, um so ein zweites Ausmaß F2 an Spannung auf den Sitzgurt 2 auszuüben. Tritt kein eine abrupte Fahrzeugverzögerung anzeigendes Signal auf, nachdem ein ausreichender Zeitraum abgelaufen ist, der länger ist als die Zeit  $\Delta t_c$ , so bedeutet dies, daß der Fahrzeugzusammenstoß vermieden wurde, und die erste Steuerschaltung 41 erzeugt ein Rückkehrsignal im Schritt S1119, um die Richtung des Elektromotors 11 umzukehren, um so die Schnalle 6 in ihre Ausgangslage zurückzubringen. Im Schritt S1120 erzeugt die erste Steuerschaltung 41 einen Befehl, um den Rückziehvorrichtungs-Verriegelungszustand des Gurtklemmechanismus 14 zu lösen.

Fig. 12 zeigt Variationen der Spannung F, die auf den Sitzgurt 2 ausgeübt wird, im Verlauf der Zeit. In der ersten Betriebsstufe wird die Zeit  $\Delta t_c$  berechnet, welche das Fahrzeug M2 benötigt, um mit dem Fahrzeug M1 davor zusammenzustoßen. Erreicht die berechnete Zeit  $\Delta t_c$  die Zeit  $(1/4) \cdot T_b$ , die dafür erforderlich ist, daß der erste Vorlademechanismus PT1 den vollen Hub der Schnalle 6 zurückzieht, so arbeitet der erste Vorlademechanismus PT1 so, daß er die Schnalle 6 aus ihrer Ausgangslage in die erste Anhalteposition zurückzieht, um so ein Viertel des ersten Ausmaßes F1 der Spannung auf den Sitzgurt mit einer Zeit  $(1/4) \cdot T_b$  auszuüben. Die Schnalle 6 wird in der ersten Halteposition nach Beendigung der ersten Betriebsablaufstufe gehalten. In der zweiten Betriebsstufe wird die Zeit  $\Delta t_c$  berechnet, welche das Fahrzeug M2 benötigt, um mit dem Fahrzeug M1 davor zusammenzustoßen. Erreicht die berechnete Zeit  $\Delta t_c$  die Zeit  $(2/4) \cdot T_b$ , die dafür erforderlich ist, daß der erste Vorlademechanismus PT1 den übrig bleibenden Hub der Schnalle 6 aus der ersten Halteposition zurückzieht, so arbeitet der erste Vorlademechanismus PT1 so, daß er die Schnalle 6 aus der ersten Halteposition in die zweite Halteposition zurückzieht, um so zwei Viertel des ersten Ausmaßes F1 der Spannung auf den Sitzgurt 2 mit einer Zeit  $(2/4) \cdot T_b$  auszuüben. Nach Beendigung der zweiten Betriebsstufe wird die Schnalle 6 in der zweiten Halteposition gehalten. Nach Beendigung der zweiten Betriebsstufe werden entsprechende Schritte wiederholt. Wenn die vierte Betriebsstufe beendet ist, so erreicht die Spannung F, die auf den Sitzgurt 2 ausgeübt wird, das erste Ausmaß F1.

Bei dieser Ausführungsform nimmt die Länge des Sitzgurtes 2 und daher die auf den Sitzgurt 2 ausgeübte Spannung zu, wenn die Zeit  $\Delta t_c$  abnimmt, die verstreicht, bis das Fahrzeug M2 einen Zusammenstoß mit dem Fahrzeug M1 davor erfährt. Selbst wenn die Schnalle 6 nicht über ihren vollständigen Hub zurückgezogen wird, infolge einer abrupten Erhöhung der Relativgeschwindigkeit  $\Delta v_c$ , wenn ein Fahrzeugzusammenstoß auftritt, wird ein großes Ausmaß an Spannung auf den Sitzgurt 2 ausgeübt, um einen ordentlichen Passagier-Rückhaltezustand zur Verfügung zu stellen. Da das Zurückziehen der Schnalle 6 zu einem Zeitpunkt begonnen wird, der durch neue Information bezüglich der Relativgeschwindigkeit  $\Delta v_c$  und der Entfernung  $L_c$  bestimmt wird, ist es möglich, eine schnelle Reaktion auf eine Änderung der Relativgeschwindigkeit  $\Delta v_c$  nach der letzten Betriebsstufe zur Verfügung zu stellen.

In Fig. 13 ist eine vierte Ausführungsform des Passagier-Rückhaltegurtsystems gemäß der Erfindung gezeigt, wobei gleiche oder entsprechende Elemente durch die gleichen Bezugszeichen bezeichnet sind. Bei dieser Ausführungsform berechnet die erste Steuerschaltung 51 die Zeit  $\Delta t_c$ , welche verstreicht, bis das Fahrzeug M2 mit dem Fahrzeug M1 davor zusammenstößt, und zwar in Zeitintervallen. Die erste Steuerschaltung 51 erzeugt ein erstes Befehlssignal in Zeitintervallen, um den ersten Vorlademechanismus PT1 so zu betätigen, daß die Spannung F, die auf den Sitzgurt 2 ausgeübt wird, gegeben ist durch  $F = (1 - \Delta t_c / T_b) \times F_1$ , wobei  $T_b$  die Zeit ist, welche der erste Vorlademechanismus PT1 benötigt, um die Schnalle 6 über deren vollen Hub zurückzuziehen.

Unter Bezugnahme auf Fig. 14 wird der Betrieb der vierten Ausführungsform weiter beschrieben. Im Schritt S1401 werden die Entfernung  $L_c$  zwischen dem Fahrzeug M2 und dem Fahrzeug M1 davor sowie die Geschwindigkeit  $\Delta v_c$  des Fahrzeugs M1 in bezug auf das Fahrzeug M1 davor gemessen. Diese Messungen erfolgen auf der Grundlage des Signals, welches von dem Ultraschallsensor 12 geliefert wird. Die Relativgeschwindigkeit  $\Delta v_c$  ist gegeben durch  $\Delta v_c = v_2 - v_1$ , wobei  $v_2$  die Fahrgeschwindigkeit des Fahrzeugs M2 ist, und  $v_1$  die Fahrgeschwindigkeit des Fahrzeugs M1 davor. Das Fahrzeug M2 kann ein angehaltenes Fahrzeug sein, oder durch ein feststehendes Objekt ersetzt werden. In diesem Fall ist die Geschwindigkeit  $v_1$  gleich Null. Im Schritt S1402 wird die Zeit  $\Delta t_c$  berechnet, welche abläuft, bis das Fahrzeug M2 mit dem Fahrzeug M1 davor zusammenstoßen könnte, und zwar als  $\Delta t_c = L_c / \Delta v_c$ . Im Schritt S1403 erfolgt eine Ermittlung, ob die berechnete Zeit  $\Delta t_c$  die Zeit  $T_b$  erreicht, welche der erste Vorlademechanismus PT1 benötigt, um den vollständigen Hub  $L_b1$  der Schnalle 6 zurückzuziehen. Ist  $\Delta t_c > T_b$ , dann werden im Schritt S1401 die Relativgeschwindigkeit  $\Delta v_c$  und die Entfernung  $L_c$  erneut berechnet. Ist  $\Delta t_c = T_b$ , dann erzeugt im Schritt S1404 die erste Steuerschaltung 51 ein erstes Befehlssignal, welches den Gurtklemmechanismus 14 in Betrieb setzt, um die Rückziehvorrichtung 1 zu verriegeln, und so zu verhindern, daß der Sitzgurt 2 weiter herausgezogen wird. Das erste Befehlssignal wird weiterhin dazu angelegt, die Stromquelle mit dem Elektromotor 11 zu verbinden, der sich daher dreht, um die Schnalle 6 zurückzuziehen, im Schritt S1405.

Im Schritt S1406 erfolgt eine Ermittlung, ob die Spannung F, die auf den Sitzgurt 2 ausgeübt wird,  $F_1 \times (1 - \Delta t_c / T_b)$  erreicht oder nicht. Die Spannung F des Sitzgurtes 2 wird auf der Grundlage des Sensorsignals gemessen, welches der ersten Steuerschaltung 51 von der Lastzelle 15 zugeführt wird. Ist  $F < F_1 \times (1 - \Delta t_c / T_b)$ , dann bleibt der Elektromotor 11 mit der Stromquelle verbunden, um die Schnalle 6 weiter im Schritt S1407 zurückzuziehen. Ist  $F > F_1 \times (1 - \Delta t_c / T_b)$ , dann wird die Richtung des Elektromotors 11 umgekehrt, um die Länge zu verringern, um welche die Schnalle 6 zurückgezogen wird. Ist  $F = F_1 \times (1 - \Delta t_c / T_b)$ , dann unterbricht im Schritt S1409 die erste Steuerschaltung 51 das erste Befehlssignal, um den Elektromotor 11 von der Stromquelle abzutrennen. Dies beendet das Zurückziehen des Sitzgurtes 2 und hält den Sitzgurt 2 in der momentanen Position.

Im Schritt S1410 erfolgt eine Ermittlung, ob die auf den Sitzgurt 2 ausgeübte Spannung F gleich dem ersten Ausmaß F1 ist oder nicht. Ist  $F < F_1$ , dann werden im Schritt S1401 die Entfernung  $L_c$  zwischen dem Fahrzeug M2 und dem Fahrzeug M1 davor sowie die Geschwindigkeit  $\Delta v_c$  des Fahrzeugs M1 in bezug auf das Fahrzeug M1 davor gemessen. Ist  $F = F_1$ , dann erfolgt im Schritt S1411 eine weitere Ermittlung. Diese Ermittlung bezieht sich darauf, ob ein Fahrzeugzusammenstoß festgestellt wird oder nicht, trotz der Versuche des Fahrers, den Fahrzeugzusammenstoß zu vermeiden. Diese Ermittlung wird durchgeführt auf der Grundlage eines Signals, welches eine abrupte Fahrzeugverzögerung anzeigt, und welches von dem G-Sensor 16 der zweiten Steuereinheit 17 zugeführt wird. Ist die Antwort auf diese Abfrage "JA", dann



erzeugt im Schritt S1412 die zweite Steuereinheit 17 ein zweites Befehlssignal, um die explosive Vorladevorrichtung 18 dazu zu veranlassen, den Sitzgurt 2 momentan aus der zweiten Passagierückhalteposition in die dritte Passagierückhalteposition zurückzuziehen, um so ein zweites Ausmaß F2 der Spannung auf den Sitzgurt 2 auszuüben. Tritt kein eine abrupte Fahrzeugverzögerung anzeigendes Signal auf, nachdem eine ausreichende Zeit verstrichen ist, die länger ist als die Zeit  $\Delta t_c$ , so bedeutet dies, daß der Fahrzeugzusammenstoß vermieden wurde, und dann erzeugt im Schritt S1413 die erste Steuerschaltung 51 ein Rückkehrsignal, um die Richtung des Elektromotors 11 umzukehren, und so die Schnalle 6 in ihre Ausgangslage zurückzubringen. Im Schritt S1414 erzeugt die erste Steuerschaltung 51 einen Befehl, um den Rückziehvorrichtungs-Verriegelungszustand des Gurtklemmechanismus 14 zu lösen.

Fig. 15 zeigt Änderungen der Spannung F, die auf den Sitzgurt 2 ausgeübt wird, im Verlauf der Zeit. Zum Zeitpunkt Tb beginnt der erste Vorlademechanismus PT1 damit, die Schnalle 6 zurückzuziehen, um so kontinuierlich die Spannung F zu erhöhen, die auf den Sitzgurt 2 ausgeübt wird, entlang einer Kurve, die definiert ist durch  $F = F_1 \times (1 - \Delta t_c / T_b)$ , bis die Spannung F das erste Ausmaß F1 erreicht. Die Länge des Sitzgurtes 2 und daher die Spannung F, die auf den Sitzgurt 2 ausgeübt wird, nimmt mit Abnahme der Zeit  $\Delta t_c$  zu, die verstreicht, bis das Fahrzeug M2 einen Zusammenstoß mit dem Fahrzeug M1 erfährt. Da die Schnalle 6 zu einem Zeitpunkt gestartet wird, der durch neue Information bezüglich der Relativgeschwindigkeit  $\Delta v_c$  und der Entfernung Lc festgelegt wird, ist es möglich, eine schnelle Reaktion auf eine Änderung der Relativgeschwindigkeit  $\Delta v_c$  nach der letzten Betriebsstufe zur Verfügung zu stellen.

In Fig. 16 ist eine fünfte Ausführungsform des Passagierückhaltegurtsystems gemäß der Erfindung gezeigt, wobei gleiche oder entsprechende Elemente durch die gleichen Bezugszeichen bezeichnet sind. Der Ultraschallsensor 12 kann nicht dazu verwendet werden, die Entfernung Lc und die Relativgeschwindigkeit  $\Delta v_c$  zu messen, wenn die Entfernung Lc einen vorbestimmten Wert Lcx überschreitet. Ist die Relativgeschwindigkeit  $\Delta v_{cx}$  bei der Entfernung Lcx sehr hoch, so ist die Zeit  $\Delta t_{cx} (= L_{cx} / \Delta v_{cx})$ , die verstreicht, bis das Fahrzeug M2 einen Zusammenstoß mit dem Fahrzeug M1 davor erfährt, kürzer als die Zeit Tb ( $= L_{bmax} / v_{b1}$ ), welche der erste Vorlademechanismus PT1 benötigt, um die Schnalle 6 über deren vollständigen Hub zurückzuziehen. Bei dieser Ausführungsform ist der erste Vorlademechanismus PT1 so angeordnet, daß er die Gurtrückziehggeschwindigkeit von  $v_{b1}$  auf  $v_{b1x}$  erhöht, um so den Sitzgurt 2 in die zweite Passagierückhalteposition zu bringen, bevor ein Fahrzeugzusammenstoß auftritt. Die erste Steuerschaltung 61 berechnet die Zeit  $\Delta t_x$ , welche abläuft, bis das Fahrzeug M2 einen Zusammenstoß mit dem Fahrzeug M1 davor erfährt, in Zeitintervallen. Die erste Steuerschaltung 61 erzeugt ein Befehlssignal zur Betätigung des ersten Vorlademechanismus PT1, um so den Sitzgurt 2 mit der höheren Geschwindigkeit  $v_{b1x}$  zurückzuziehen, wenn die gemessene Relativgeschwindigkeit  $\Delta v_c$  auf solche Weise zunimmt, daß die berechnete Zeit  $\Delta t_c$  kürzer ist als die Zeit  $t_{b1}$ , welche der erste Vorlademechanismus PT1 benötigt, um die Schnalle 6 mit der Geschwindigkeit  $v_{b1}$  über ihren vollständigen Hub zurückzuziehen.

Unter Bezug auf Fig. 17 wird der Betrieb der fünften Ausführungsform weiter beschrieben. Im Schritt S1701 beginnt dieser Vorgang, wenn die Entfernung Lc zwischen dem Fahrzeug M2 und dem Fahrzeug M1 davor kürzer ist als der meßbare Wert Lcx. Im Schritt S1702 werden die Entfernung Lc und die Geschwindigkeit  $\Delta v_c$  des Fahrzeuges M1 in bezug auf das Fahrzeug M1 davor gemessen. Die Relativgeschwindigkeit  $\Delta v_c$  ist gegeben durch  $\Delta v_c = v_2 - v_1$ , wobei  $v_2$  die Fahrgeschwindigkeit des Fahrzeuges M2 ist, und  $v_1$  die Fahrgeschwindigkeit des Fahrzeuges M1 davor. Das Fahrzeug M2 kann ein angehaltenes Fahrzeug sein, oder durch ein feststehendes Objekt ersetzt werden. In diesem Fall ist die Geschwindigkeit  $v_1$  gleich Null. Im Schritt S1703 wird die Zeit  $\Delta t_c$  berechnet, welche das Fahrzeug M2 benötigt, bis es einen Zusammenstoß mit dem Fahrzeug M1 davor erfährt, und zwar als  $\Delta t_c = L_c / \Delta v_c$ . Im Schritt S1704 wird die Zeit  $t_{b1max}$  berechnet, welche die Schnalle 6 benötigt, um über die vollständige Länge oder den vollständigen Hub zurückgezogen zu werden, auf der Grundlage des vollen Hubes  $L_{b1max}$  der Schnalle 6 und der Geschwindigkeit  $v_{b1}$ , mit welcher sich der Elektromotor 11 dreht, um die Schnalle 6 zurückzuziehen. Im Schritt S1705 erfolgt eine Bestimmung, ob die berechnete Zeit  $\Delta t_x$  größer ist als die Zeit  $t_{b1max}$ , welche der erste Vorlademechanismus PT1 benötigt, um die Schnalle 6 über den vollen Hub zurückzuziehen, und kleiner als die Zeit  $(t_{b1max} + t_{b\alpha})$ , wobei  $t_{b\alpha}$  einen kurzen Zeitraum anzeigt. Ist  $\Delta t_c > (t_{b1max} + t_{b\alpha})$ , dann werden im Schritt S1702 die Relativgeschwindigkeit  $\Delta v_c$  und die Entfernung Lc erneut berechnet. Ist  $\Delta t_c < t_{b1max}$ , dann bedeutet dies, daß die Schnalle 6 nicht über ihren vollen Hub zurückgezogen werden kann, wenn die Motorgeschwindigkeit gleich  $v_{b1}$  ist, und es wird eine höhere Geschwindigkeit  $v_{b1x}$  berechnet, im Schritt S1706, um folgende Bedingung zu erfüllen:  $L_{b1max} / v_{b1x} < \Delta t_{cx}$ . Im Schritt S1707 erzeugt die erste Steuerschaltung 61 ein erstes Befehlssignal, welches den Gurtklemmechanismus 14 dazu veranlaßt, die Rückziehvorrichtung 1 zu verriegeln, um so ein weiteres Herausziehen des Sitzgurtes 2 zu verhindern. Im Schritt S1708 wird der Strom Ix berechnet, welchen der Elektromotor 11 benötigt, um den Sitzgurt 2 mit der berechneten Geschwindigkeit  $v_{b1x}$  zurückzuziehen. Im Schritt S1709 erzeugt die erste Steuerschaltung 61 einen Befehl zum Liefern des Stroms Ix, um den Elektromotor 11 so zu betreiben, daß er den Sitzgurt 2 mit der Geschwindigkeit  $v_{b1x}$  zurückzieht. Im Schritt S1710 erfolgt eine Ermittlung, ob die auf den Sitzgurt 2 ausgeübte Spannung das erste Ausmaß F1 erreicht oder nicht. Ist  $F < F_1$ , dann wird der Elektromotor 11 weiter mit dem Strom Ix versorgt, um den Sitzgurt 2 zurückzuziehen. Ist  $F = F_1$ , dann wird der Elektromotor 11 im Schritt S1714 angehalten.

Ist  $t_{b1max} < \Delta t_c < t_{b1max} + t_{b\alpha}$ , dann erzeugt die erste Steuerschaltung 61 ein erstes Befehlssignal, welches den Gurtklemmechanismus 14 dazu veranlaßt, die Rückziehvorrichtung 1 zu verriegeln, um so ein weiteres Herausziehen des Sitzgurtes 2 zu verhindern, im Schritt S1711. Im Schritt S1712 wird auch das erste Befehlssignal so angelegt, daß die Stromquelle mit dem Elektromotor 11 verbunden wird, welcher sich daher dreht, um den Sitzgurt 2 mit der Geschwindigkeit  $v_{b1}$  zurückzuziehen. Im Schritt S1713 erfolgt eine Bestimmung, ob die Spannung F, die auf den Sitzgurt 2 ausgeübt wird, das erste Ausmaß F1 erreicht oder nicht. Die Spannung F des Sitzgurtes 2 wird auf der Grundlage des Sensorsignals gemessen, welches der ersten Steuerschaltung 61 von der Lastzelle 15 zugeführt wird. Ist die gemessene Spannung F kleiner als das erste Ausmaß F1, dann bleibt der Elektromotor 11 mit der Stromquelle verbunden, um die Schnalle 6 weiter zurückzuziehen, im Schritt S1712. Erreicht die gemessene Spannung F das erste Ausmaß F1, dann unterbricht im Schritt S1714 die erste Steuerschaltung 61 das erste Befehlssignal, um den Elektromotor 11 von der Stromquelle abzutrennen. Dies beendet das Zurückziehen des Sitzgurtes 2 und hält den Sitzgurt 2 in der zweiten Passagierückhalteposition.

Im Schritt S1715 erfolgt eine Ermittlung, ob ein Fahrzeugzusammenstoß festgestellt oder nicht, trotz der Versuche des

Fahrers, den Fahrzeugzusammenstoß zu verhindern. Diese Ermittlung erfolgt auf der Grundlage eines Signals, welches eine abrupte Fahrzeugverzögerung anzeigt, und von dem G-Sensor 16 der zweiten Steuerschaltung 17 zugeführt wird. Ist die Antwort auf diese Abfrage "JA", dann erzeugt die zweite Steuerschaltung 17 ein zweites Befehlssignal, im Schritt S1716, um die explosive Vorladevorrichtung 18 dazu zu veranlassen, den Sitzgurt 2 momentan aus der zweiten Passagierückhalteposition in die dritte Passagierückhalteposition zurückzuziehen, um so ein zweites Ausmaß F2 an Spannung auf den Sitzgurt 2 auszuüben. Falls kein eine abrupte Fahrzeugverzögerung anzeigendes Signal auftritt, nachdem eine ausreichende Zeit verstrichen ist, die länger ist als die Zeit  $\Delta t_c$ , so bedeutet dies, daß der Fahrzeugzusammenstoß vermieden wurde, und dann erzeugt im Schritt S1717 die erste Steuerschaltung 61 ein Rückkehrsignal, um die Richtung des Elektromotors 11 umzukehren, und so die Schnalle 6 in ihre Ausgangslage zurückzubringen. Im Schritt S1718 erzeugt die erste Steuerschaltung 61 einen Befehl zur Freigabe des Rückziehvorrichtungs-Verriegelungszustands des Gurtklemmechanismus 14.

Nunmehr wird angenommen, wenn die Entfernung  $L_c$  zwischen dem Fahrzeug M2 und dem Fahrzeug M1 davor in einen meßbaren Bereich unterhalb des Wertes  $L_{cx}$  gelangt, in welchem der Ultraschallsensor 12 für die Messungen der Entfernung  $L_c$  und der Geschwindigkeit  $\Delta v_c$  des Fahrzeugs M2 in bezug auf das Fahrzeug M1 davor eingesetzt werden kann, daß die Relativgeschwindigkeit  $\Delta v_c$  einen so kleinen Wert aufweist, daß die Zeit  $\Delta t_c (= L_c/\Delta v_c)$ , welche abläuft, bis das Fahrzeug M2 mit dem Fahrzeug M1 davor zusammenstoßen kann, länger ist als die Zeit  $t_{b1max}$ , welche der erste Vorlademechanismus PT1 benötigt, um die Schnalle 6 über deren vollständigen Hub zurückzuziehen, wie durch den Punkt A angedeutet ist. In diesem Fall kann der erste Vorlademechanismus PT1 das Rückziehen der Schnalle 6 vor dem Fahrzeugzusammenstoß fertigstellen, obwohl der Sitzgurt 2 mit der Geschwindigkeit  $v_{b1}$  zurückgezogen wird. Wenn die Entfernung  $L_c$  zwischen dem Fahrzeug M2 und dem Fahrzeug M1 davor in den meßbaren Bereich unterhalb des Wertes  $L_{cx}$  gelangt, und die Relativgeschwindigkeit  $\Delta v_c$  einen so hohen Wert aufweist, daß die Zeit  $\Delta t_c (= L_c/\Delta v_c)$ , welche abläuft, bis das Fahrzeug M2 mit dem Fahrzeug M1 davor zusammenstoßen könnte, kürzer ist als die Zeit  $t_{b1max}$ , welche der erste Vorlademechanismus PT1 benötigt, um die Schnalle 6 über deren vollständigen Hub zurückzuziehen, wie durch den Punkt B angedeutet ist, so kann der erste Vorlademechanismus PT1 nicht das Zurückziehen der Schnalle 6 fertigstellen, bevor der Fahrzeugzusammenstoß auftritt, wenn der Sitzgurt 2 mit der Geschwindigkeit  $v_{b1}$  zurückgezogen wird. In diesem Fall wird die Sitzgurt-Rückziehggeschwindigkeit von dem Wert  $v_{b1}$  auf den Wert  $v_{b1x}$  erhöht.

Unter Bezugnahme auf Fig. 19 wird nunmehr eine abgeänderte Form der fünften Ausführungsform der Erfindung beschrieben. Bei dieser Abänderung ist die erste Steuerschaltung 61 so ausgebildet, daß sie die Entfernung  $L_c$  zwischen dem Fahrzeug M2 und dem Fahrzeug M1 davor mißt, sowie die Geschwindigkeit  $\Delta v_c$  des Fahrzeugs M2 in bezug auf das Fahrzeug M1 davor, und die Zeit  $\Delta t_c$  berechnet, welche abläuft, bis das Fahrzeug M2 einen Zusammenstoß mit dem Fahrzeug M1 davor erfahren könnte, als  $\Delta t_c = L_c/w_c$ . Die erste Steuerschaltung 61 mißt darüber hinaus die Geschwindigkeit  $\Delta v_{cy}$  des Fahrzeugs M2 in bezug auf das Fahrzeug M1 davor, wenn die Entfernung  $L_c$  in den meßbaren Bereich unterhalb einer Entfernung  $L_{cy}$  gelangt. Die erste Steuerschaltung 61 berechnet die Zeit  $\Delta t_{cy}$ , die abläuft, bis das Fahrzeug M2 mit dem Fahrzeug M1 davor zusammenstoßen könnte, als  $\Delta t_{cy} = L_{cy}/\Delta v_{cy}$ . Die erste Steuerschaltung 61 berechnet einen Strom  $I_y$ , um eine Sitzgurt-Rückziehggeschwindigkeit  $v_{b1y}$  zu erreichen, welche die Bedingung  $v_{b1y} > L_{b1}/\Delta t_{cy}$  erfüllt, aus einer Beziehung von  $L_{b1}/v_{b1y}$ , wobei  $L_{b1}$  der vollständige Hub der Schnalle 6 ist. Der an den Elektromotor 11 angelegte Strom wird auf den berechneten Wert  $I_y$  eingeregelt.

Wenn die Entfernung  $L_c$  in den meßbaren Bereich unterhalb des Wertes  $L_{cy}$  gelangt, wie durch den Punkt C angedeutet, so wird die Relativgeschwindigkeit  $\Delta v_{cy}$  gemessen. Die Geschwindigkeit  $v_{b1y}$ , mit welcher sich der Elektromotor 11 dreht, um die Schnalle 6 zurückzuziehen, wird aus der Beziehung  $L_{b1}/v_{b1y} < \Delta t_{cy}$  berechnet, um die Bedingung  $v_{b1y} > L_{b1}/\Delta t_{cy}$  zu erfüllen, so daß die Schnalle 6 über ihren vollständigen Hub innerhalb der berechneten Zeit  $\Delta t_{cy}$  zurückgezogen werden kann. Der Strom  $I_y$ , der für den Elektromotor 11 erforderlich ist, daß dieser so arbeitet, daß er den Sitzgurt 2 mit der Geschwindigkeit  $v_{b1y}$  zurückzieht, wird aus der Beziehung von Fig. 20 berechnet. Der Elektromotor 11 wird so gesteuert, daß er bei der berechneten Geschwindigkeit  $v_{b1y}$  arbeitet. Bei dieser Modifikation werden die Entfernung  $L_c$  und die Relativgeschwindigkeit  $\Delta v_c$  nur einmal gemessen, wenn die Entfernung  $L_c$  gleich dem vorbestimmten Wert  $L_{cy}$  ist.

In den Fig. 21A bis 21C ist eine geänderte Form des ersten Vorlademechanismus PT1 gezeigt. Bei dieser Modifikation weist der erste Vorlademechanismus PT1 einen Draht 74 auf, der mit dem oberen Ende einer Rückziehvorrichtung 71 verbunden ist, deren unteres Ende mit der Fahrzeugkarosserie über eine Zugfeder 72 verbunden ist. Der Draht 74 ist um eine Riemenscheibe herumgeschlungen, die von einem Elektromotor 75 angetrieben wird, der fest auf der Fahrzeugkarosserie angebracht ist. Ein Verriegelungsmechanismus 76 ist vorgesehen, um die Riemenscheibe zu verriegeln.

Wenn ein Fahrzeugzusammenstoß befürchtet wird, erzeugt die Steuereinheit G10 ein Befehlssignal, um den Elektromotor 75 zu betätigen, so daß der Draht 74 zurückgezogen wird. Dies führt dazu, daß die Rückziehvorrichtung 71 sich nach oben bewegt, während sie die Zugfeder 72 auseinanderzieht. Wenn der Zug oder die Spannung, der auf die Zugfeder 72 ausgeübt wird, ein erstes Ausmaß F1 erreicht, hält die Steuereinheit G10 den Elektromotor 75 an, um das Zurückziehen des Drahtes 74 zu beenden, und betätigt den Verriegelungsmechanismus 76, um die Rückziehvorrichtung 71 an dem momentanen Ort zu halten, wie in Fig. 21A gezeigt ist. Besteht eine hohe Gefahr für einen Fahrzeugzusammenstoß, so wird der Verriegelungsmechanismus 76 freigegeben. Dies ermöglicht es der Zugfeder 72, den Sitzgurt mit dem ersten Ausmaß F1 an Spannung anzuziehen, wie in Fig. 21B gezeigt ist, um so den Durchhang vor dem Fahrzeugzusammenstoß zu absorbieren. Wenn ein Fahrzeugzusammenstoß vermieden wurde, erzeugt die erste Steuereinheit G10 ein Befehlssignal, welches den Elektromotor 75 zur Bewegung der Rückziehvorrichtung 71 veranlaßt, während die Zugfeder 72 ausgezogen wird, wie in Fig. 21C gezeigt ist. Der Verriegelungsmechanismus 76 wird so betätigt, daß er die Rückziehvorrichtung 71 an dem momentanen Ort hält.

Bei dieser Modifikation kann der Elektromotor 75 die Rückziehvorrichtung mit niedriger Geschwindigkeit bewegen, bis die nächste Gefahr für einen Fahrzeugzusammenstoß auftritt, nachdem vorher ein Fahrzeugzusammenstoß vermieden wurde. Diese Maßnahme ist in der Hinsicht wirksam, daß sie das Erfordernis eines starken Elektromotors ausschaltet, der mit hoher Geschwindigkeit läuft.

In Fig. 22 ist eine weitere modifizierte Form des ersten Vorlademechanismus PT1 gezeigt. Bei dieser Abänderung

weist der erste Vorlademechanismus PT1 eine Kolben/Zylinder-Einheit PS auf, die mit einem Zylinder 83 versehen ist, der auf der Fahrzeugkarosserie angebracht ist, und mit einem Kolben 82, der hin- und herbeweglich innerhalb des Zylinders 83 angeordnet ist. Der Kolben 82 unterteilt den Zylinder 83 in eine erste und zweite Kammer 83a bzw. 83b an seinen entgegengesetzten Seiten. Die erste Kammer 83a ist mit einer Druckquelle (Kompressor 84) über eine Leitung 86 verbunden, welche ein Steuer- oder Regelventil 85 aufweist. Die zweite Kammer 84 ist mit der Atmosphäre verbunden. Der Kolben 82 weist eine Kolbenstange 82a auf, die an eine Schnalle 81 zur Aufnahme einer Zunge 4 angeschlossen ist, welche eine Öffnung aufweist, durch welche der Sitzgurt 2 in Form einer Schleife geführt ist.

Die Steuereinheit G10 erzeugt ein Steuersignal zum Öffnen des Steuerventils 85, um so einen Druck von dem Kompressor 84 in die erste Kammer 83a einzulassen, wenn ein Fahrzeugzusammenstoß befürchtet wird. Dies führt dazu, daß sich der Kolben 82 nach unten bewegt, um die Schnalle 81 zurückzuziehen, und so den Durchhang in dem Sitzgurt 2 zu absorbieren.

Die Steuereinheit G10 kann so ausgebildet sein, daß sie ein erstes Befehlssignal in Zeitintervallen erzeugt, um den ersten Vorlademechanismus PT1 zu betätigen, und so die auf den Sitzgurt 2 ausgeübte Spannung F auf das erste Ausmaß F1 in mehreren Stufen während eines Zeitraums  $\Delta t_c$  zu erhöhen, der vergeht, bis das Fahrzeug M2 einen Zusammenstoß mit dem Fahrzeug M1 davor erfährt, wie im Zusammenhang mit der dritten Ausführungsform beschrieben wurde.

Fig. 23 zeigt Änderungen der Spannung F, die auf den Sitzgurt 2 ausgeübt wird, im Verlauf der Zeit, wenn der erste Vorlademechanismus PT1 so arbeitet, daß er die Spannung F, die auf den Sitzgurt 2 ausgeübt wird, in der ersten Stufe während des Zeitraums  $\Delta t_c$  erhöht. In der ersten Betriebsstufe wird die Zeit  $\Delta t_c$  berechnet, welche verstreicht, bis das Fahrzeug M2 mit dem Fahrzeug M1 davor zusammenstößt. Wenn die berechnete Zeit  $\Delta t_c$  die Zeit  $(1/4) \cdot T_b$  erreicht, welche der erste Vorlademechanismus PT1 benötigt, um den vollen Hub der Schnalle 81 aus ihrer Ursprungslage in die erste Halteposition zurückzuziehen, um so ein Viertel des ersten Ausmaßes F1 der Spannung auf den Sitzgurt 2 in einer Zeit  $(1/4) \cdot T_b$  auszuüben. Das Steuerventil 84 öffnet daher so, daß ein Druck P1 in die erste Kammer 83a geleitet wird. Der Druck P1 ist gegeben durch  $P1 = F1/4 \times S$ , wobei S die Fläche des Kolbens 82 ist. Die Schnalle 81 wird in der ersten Halteposition gehalten, in welcher die Spannung F1/4, die auf den Sitzgurt 2 ausgeübt wird, und die auf den Kolben 82 einwirkende Kraft bei Beendigung der ersten Betriebsstufe ausgeglichen sind. Bei der zweiten Betriebsstufe wird die Zeit  $\Delta t_c$  erneut berechnet, die vergeht, bis das Fahrzeug M2 mit dem Fahrzeug M1 davor zusammenstoßen könnte. Erreicht die berechnete Zeit  $\Delta t_c$  die Zeit  $(2/4) \cdot T_b$ , welche der erste Vorlademechanismus PT1 benötigt, um den verbleibenden Hub der Schnalle 81 aus der ersten Halteposition zurückzuziehen, so arbeitet der erste Vorlademechanismus PT1 so, daß er die Schnalle 81 aus der ersten Halteposition in die zweite Halteposition zurückzieht, um so zwei Viertel des ersten Ausmaßes F1 der Spannung auf den Sitzgurt 2 in einer Zeit  $(2/4) \cdot T_b$  auszuüben. Das Steuerventil 84 öffnet sich weiterhin so, daß ein Druck P2 in die erste Kammer 83a eingeführt wird. Der Druck P2 ergibt sich aus  $P2 = 2 \times F1/4 \times S$ , wobei S die Fläche des Kolbens 82 ist. Die Schnalle 81 wird in der ersten Halteposition gehalten, in welcher die Spannung  $F1 \times 2/4$ , die auf den Sitzgurt 2 ausgeübt wird, und die auf den Kolben 82 einwirkende Kraft bei Beendigung der zweiten Betriebsstufe ausgeglichen sind. Nach Beendigung der zweiten Betriebsstufe wird die Schnalle 81 in der zweiten Halteposition gehalten. Nach Beendigung der zweiten Betriebsstufe werden entsprechende Schritte wiederholt. Ist die vierte Betriebsstufe ausgeführt, so erreicht die Spannung F, die auf den Sitzgurt 2 ausgeübt wird, das erste Ausmaß F1. Die Länge des Sitzgurtes 2 und daher die auf den Sitzgurt 2 ausgeübte Spannung nimmt zu, wenn die Zeit  $\Delta t_c$  abnimmt, die vergeht, bis das Fahrzeug M2 einen Zusammenstoß mit dem Fahrzeug M1 davor erfährt. Selbst wenn die Schnalle 81 nicht über ihren vollständigen Hub zurückgezogen wird, infolge eines abrupten Anstiegs der Relativgeschwindigkeit  $\Delta v_c$ , wenn ein Fahrzeugzusammenstoß auftritt, wird ein großes Ausmaß an Spannung auf den Sitzgurt 2 ausgeübt, um einen ordnungsgemäßen Passagierückhaltezustand zu erzielen. Da das Zurückziehen der Schnalle 81 zu einem Zeitpunkt begonnen wird, der durch neue Information bezüglich der Relativgeschwindigkeit  $\Delta v_c$  und der Entfernung  $L_c$  festgelegt wird, ist es möglich, eine schnelle Reaktion auf eine Änderung der Relativgeschwindigkeit  $\Delta v_c$  nach der letzten Betriebsstufe zur Verfügung zu stellen. Darüber hinaus wird die Schnalle 81 automatisch in einer Position angehalten, in welcher die auf den Sitzgurt 2 ausgeübte Spannung und die auf den Kolben 82 einwirkende Kraft ausgeglichen sind. Dies ist wirksam zur Vereinfachung der Steuereinheit G10.

In Fig. 24 ist eine sechste Ausführungsform des Passagier-Rückhaltegurtsystems gemäß der Erfindung gezeigt, wobei die gleichen oder ähnlichen Elemente durch gleiche Bezugszeichen bezeichnet sind. Bei dieser Ausführungsform ist die zweite Steuerschaltung 17 mit dem G-Sensor 16 verbunden, und mißt die Fahrzeugverzögerung  $G_c$ , die im Falle des Abbremsens des Fahrzeugs erzeugt wird. Die gemessene Fahrzeugverzögerung  $G_c$  wird zusammen mit der gemessenen Entfernung  $L_c$  und der Relativgeschwindigkeit  $\Delta v_c$  dazu verwendet, die Zeit  $\Delta t_{cb}$  zu berechnen, die verstreicht, bis das Fahrzeug M2 mit dem Fahrzeug M1 davor zusammenstoßen könnte.

Unter Bezugnahme auf Fig. 25 wird der Betriebsablauf der sechsten Ausführungsform der Erfindung beschrieben. Im Schritt S2501 werden die Entfernung  $L_c$  zwischen dem Fahrzeug M2 und dem Fahrzeug M1 davor, die Geschwindigkeit  $\Delta v_c$  des Fahrzeug M1 in bezug auf das Fahrzeug M1 davor, und die Fahrzeugverzögerung  $G_c$ , die bei einem Fahrzeugbremsvorgang erzeugt wird, gemessen. Im Schritt S2502 wird die Zeit  $\Delta t_{cb}$  berechnet, die verstreicht, bis das Fahrzeug M2 mit dem Fahrzeug M1 davor zusammenstoßen könnte. Die Zeit  $\Delta t_{cb}$  ergibt sich aus:

$$\Delta t_{cb} = \frac{\Delta v_c - \sqrt{\Delta v_c^2 - 2G_c L_c}}{G_c}$$

Im Schritt S253 wird die Zeit  $t_{b1max}$  berechnet, welche die Schnalle 6 benötigt, über die gesamte Länge oder den gesamten Hub zurückgezogen zu werden, auf der Grundlage des vollständigen Hubes  $L_{b1max}$  der Schnalle 6 und der Geschwindigkeit  $v_{b1}$ , mit welcher sich der Elektromotor 11 dreht, um die Schnalle 6 zurückzuziehen. Im Schritt S2504 erfolgt eine Ermittlung, ob die berechnete Zeit  $\Delta t_{cb}$  größer ist als die Zeit  $t_{b1max}$ , welche der erste Vorlademechanismus PT1 benötigt, um die Schnalle 6 über den vollständigen Hub zurückzuziehen, und kleiner ist als die Zeit  $(t_{b1max} + t_{b\alpha})$ ,

wobei tba ein vorbestimmter kurzer Zeitraum ist. Ist  $\Delta t_c > t_{b1max} + t_{ba}$ , so werden im Schritt S2501 die Relativgeschwindigkeit Dvc und die Entfernung Lc erneut berechnet. Ist  $t_{b1max} < \Delta t_{cb} < t_{b1max} + t_{ba}$ , so bedeutet dies, daß eine starke Gefahr dafür besteht, daß das Fahrzeug M2 einen Zusammenstoß mit dem Fahrzeug M1 davor erfährt, und dann erzeugt im Schritt S2505 die erste Steuerschaltung 13 ein erstes Befehlssignal, welches den Gurtklemmmechanismus 14 dazu veranlaßt, die Rückziehvorrichtung 1 zu verriegeln, um so ein weiteres Herausziehen des Sitzgurtes 2 zu verhindern. Das erste Befehlssignal wird weiterhin dazu angelegt, um die Stromquelle mit dem Elektromotor 11 zu verbinden, der sich daher dreht, um im Schritt S2506 die Schnalle 6 zurückzuziehen.

Im Schritt S2507 erfolgt eine Ermittlung, ob die Spannung F, die auf den Sitzgurt 2 ausgeübt wird, das erste Ausmaß F1 erreicht oder nicht. Die Spannung F des Sitzgurtes 2 wird auf der Grundlage des Sensorsignals gemessen, welches der ersten Steuerschaltung 13 von der Lastzelle 15 zugeführt wird. Wenn die gemessene Spannung F das erste Ausmaß F1 erreicht, so bedeutet dies, daß der Sitzgurt 2 in die zweite Passagierückhalteposition gebracht wurde, und im Schritt S2508 unterbricht die erste Steuerschaltung 13 das erste Befehlssignal, um so das Zurückziehen des Sitzgurtes 2 zu beenden. Andernfalls wird der Elektromotor 11 weiter mit der Stromquelle verbunden, um die Schnalle 6 im Schritt S2506 zurückzuziehen.

Im Schritt S2509 erfolgt eine Ermittlung, ob ein Fahrzeugzusammenstoß festgestellt wird oder nicht, trotz der Versuche des Fahrers, den Fahrzeugzusammenstoß zu vermeiden. Diese Ermittlung erfolgt auf der Grundlage eines Signals, welches eine abrupte Fahrzeugverzögerung anzeigt, und von dem G-Sensor 16 der zweiten Steuerschaltung 17 zugeführt wird. Ist die Antwort auf diese Frage "JA", dann erzeugt die zweite Steuerschaltung 17 das zweite Befehlssignal im Schritt S2510, um den zweiten Vorlademechanismus PT2 (explosive Vorladevorrichtung 18) dazu zu veranlassen, den Sitzgurt 2 momentan aus der zweiten Passagierückhalteposition in die dritte Passagierückhalteposition zurückzuziehen, in welcher das zweite Ausmaß F2 der Spannung auf den Sitzgurt 2 ausgeübt wird. Wenn kein eine abrupte Fahrzeugverzögerung anzeigendes Signal auftritt, nachdem eine ausreichende Zeit verstrichen ist, die länger ist als die Zeit  $\Delta t_c$ , so bedeutet dies, daß der Fahrzeugzusammenstoß vermieden wurde, und im Schritt S2511 erzeugt die erste Steuerschaltung 13 das Rückkehrsignal, um die Richtung des Elektromotors 11 umzukehren. Dies führt dazu, daß die Schnalle 6 in ihre Ursprungslage zurückgebracht wird, in welcher der Sitzgurt 2 in die erste oder normale Passagierückhalteposition gebracht wird. Im Schritt S2513 veranlaßt die erste Steuerschaltung 13 den Gurtklemmmechanismus 14 dazu, seinen Rückziehvorrichtungs-Verriegelungszustand zu lösen.

Die Steuereinheit G10 von Fig. 1 ist so ausgebildet, daß sie die Zeit  $\Delta t_x$  berechnet, die verstreicht, bis das Fahrzeug M2 mit dem Fahrzeug M1 davor zusammenstößt, und zwar auf solche Weise, daß der erste Vorlademechanismus PT1 das Zurückziehen des vollen Hubes der Schnalle 6 beenden kann, um ein erstes Ausmaß F1 an Spannung auf den Sitzgurt 2 auszuüben, bevor der Fahrzeugzusammenstoß auftritt, selbst wenn der Fahrer beim Fahren schläft und keine Fahrzeugbremsung durchgeführt wird. Normalerweise führt der Fahrer eine Bremsbetätigung zum Abbremsen des Fahrzeugs durch, um die Relativgeschwindigkeit Dvc zu verringern, wenn er (oder sie) fühlt, daß die Gefahr eines Zusammenstoßes besteht. Bei dieser Ausführungsform wird die Fahrzeugverzögerung Gc zur Berechnung der Zeit  $\Delta t_{cb}$  verwendet, die verstreicht, bis das Fahrzeug M2 mit dem Fahrzeug M1 davor zusammenstoßen kann. Dies ist in der Hinsicht wirksam, daß die Frequenz verringert wird, mit welcher der erste Vorlademechanismus PT1 arbeitet.

Zwar wurde die Erfindung im Zusammenhang mit Passagier-Rückhaltegurtsystemen beschrieben, jedoch wird darauf hingewiesen, daß sich die Erfindung ebenso bei Rückhaltegurtsystemen einsetzen läßt, die in Schiffen, Flugzeugen und anderen Fahrzeugen verwendet werden.

#### Patentansprüche

1. Passagier-Rückhaltegurtsystem zur Verwendung mit einem in einem Fahrzeug angebrachten Sitz, mit:  
 einem Sitzgurt (2) zum Sichern eines Passagiers auf dem Sitz (7) in einer Sitzposition;  
 einem Gurtstrammer (1), der auf ein Steuersignal reagiert, um so den Passagier auf dem Sitz (4) zurückzuhalten,  
 einer Einrichtung (12) zum Messen der Entfernung und der Geschwindigkeit des Fahrzeugs in bezug auf ein Objekt  
 sowie einer Einrichtung zur Berechnung einer Zeit, nach der ein Fahrzeug-Zusammenstoß mit dem Objekt erwartet  
 wird, und einer Steuereinheit (G10) zur Erzeugung des Steuersignals, das rechtzeitig die Kraft des Gurtstrammers  
 (1) erhöht, wenn ein Fahrzeug-Zusammenstoß erwartet wird, und eines zweiten Steuersignals, das die Kraft des  
 Gurtstrammers (1) reduziert, wenn kein Fahrzeug-Zusammenstoß erwartet wird;  
**dadurch gekennzeichnet, daß**  
 der steuerbare Gurtstrammer (1) als Vorstrammer (PT1) ausgebildet ist, der vor dem Fahrzeug-Zusammenstoß nur  
 bis zu einer vorgegebenen Vorspannkraft (F1) wirksam ist, und daß ein weiterer Gurtstrammer (PT2) vorgesehen ist,  
 der ausgelöst wird, wenn ein Fahrzeug-Zusammenstoß festgestellt wird.
2. Passagier-Rückhaltegurtsystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß eine Kraftmesseinrichtung (15)  
 zur Messung der Vorspannkraft vorgesehen ist.
3. Passagier-Rückhaltegurtsystem nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß ein Test-Vorspannungs-  
 Zyklus vorgesehen ist, um die Laufzeit (t1b) des Vorstrammers (PT1) bis zum Erreichen der Vorspannkraft (F1) zu  
 ermitteln, wobei diese Laufzeit (t1b) in der Steuereinheit (13) gespeichert wird.
4. Passagier-Rückhaltegurtsystem nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß der weitere  
 Gurtstrammer (PT2) mit einem explosiven Treibmittel betrieben wird und der Gurt dabei um eine vorbestimmte  
 Länge eingezogen wird.
5. Passagier-Rückhaltegurtsystem nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Vorspan-  
 nung in mehreren Kraftstufen nacheinander erfolgt.
6. Passagier-Rückhaltegurtsystem nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Kraftstufen gleich groß sind.
7. Passagier-Rückhaltegurtsystem nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Laufge-  
 schwindigkeit des Vorstrammers (PT1) über dem Vorstrammweg zunimmt.
8. Passagier-Rückhaltegurtsystem nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß bei der Berech-

## DE 44 11 184 C 2

nung der Zeit ( $\Delta t_{cb}$ ) bis zum Fahrzeug-Zusammenstoß aus der Relativgeschwindigkeit, ( $\Delta v_c$ ) und dem Abstand ( $L_c$ ) zusätzlich die gemessene Fahrzeugbeschleunigung ( $G_c$ ) nach folgender Formel

$$\Delta t_{cb} = (\Delta v_c - \sqrt{\Delta v_c^2 - 2 * G_c * L_c}) / G_c$$

5

berücksichtigt wird.

9. Passagier-Rückhaltegurtsystem nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß der Vorstrammer (PT1) als Federstrammer (Feder 72) ausgebildet ist, der durch einen Elektromotor (75) gesteuert wird, wobei der Elektromotor (75) eine Riemenscheibe antreibt, die über ein Zugmittel (74) mit dem beweglichen Ende der Feder (72) verbunden ist.

10

10. Passagier-Rückhaltegurtsystem nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß der Vorstrammer (PT1) durch Fluiddruck betätigt wird und an dem Gurtschloß (81) eines Dreipunktgurtes (2) angreift.

15

---

Hierzu 22 Seite(n) Zeichnungen

---

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

- Leerseite -



FIG.1 A

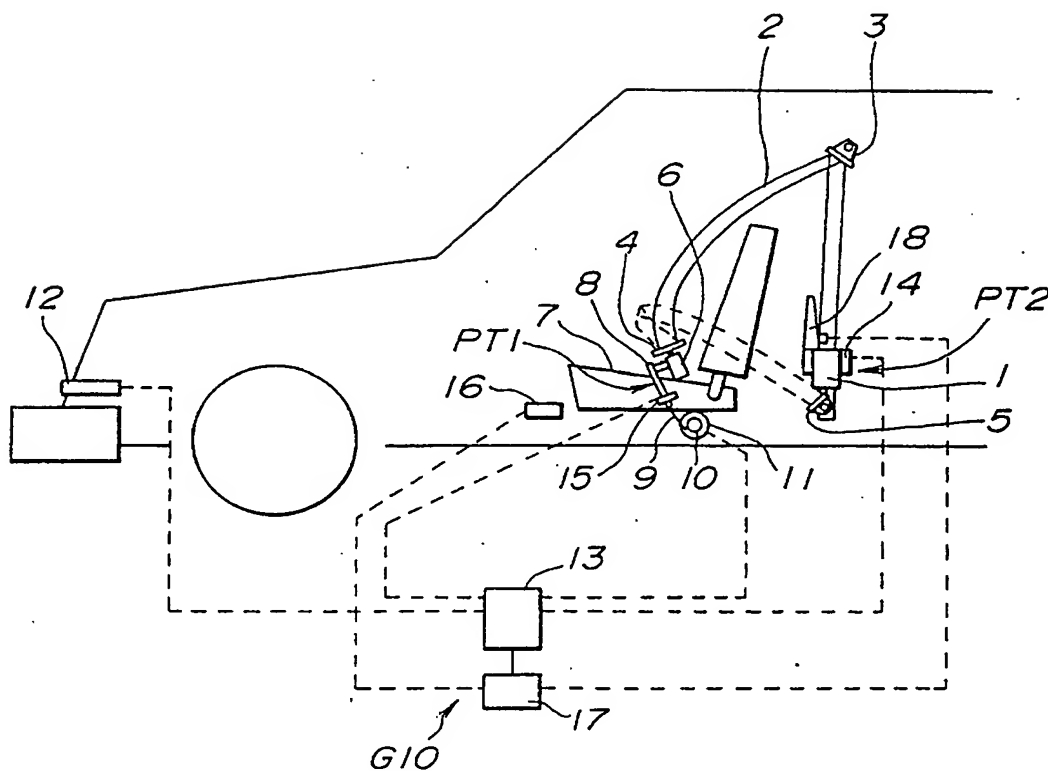


FIG.1 B

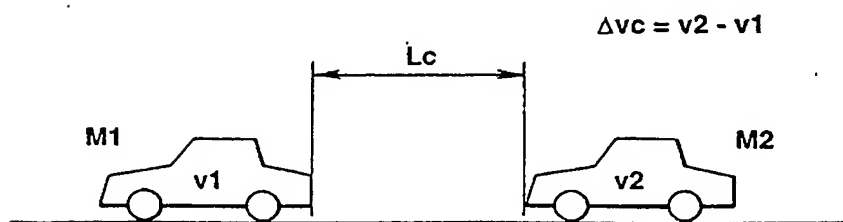


FIG.2

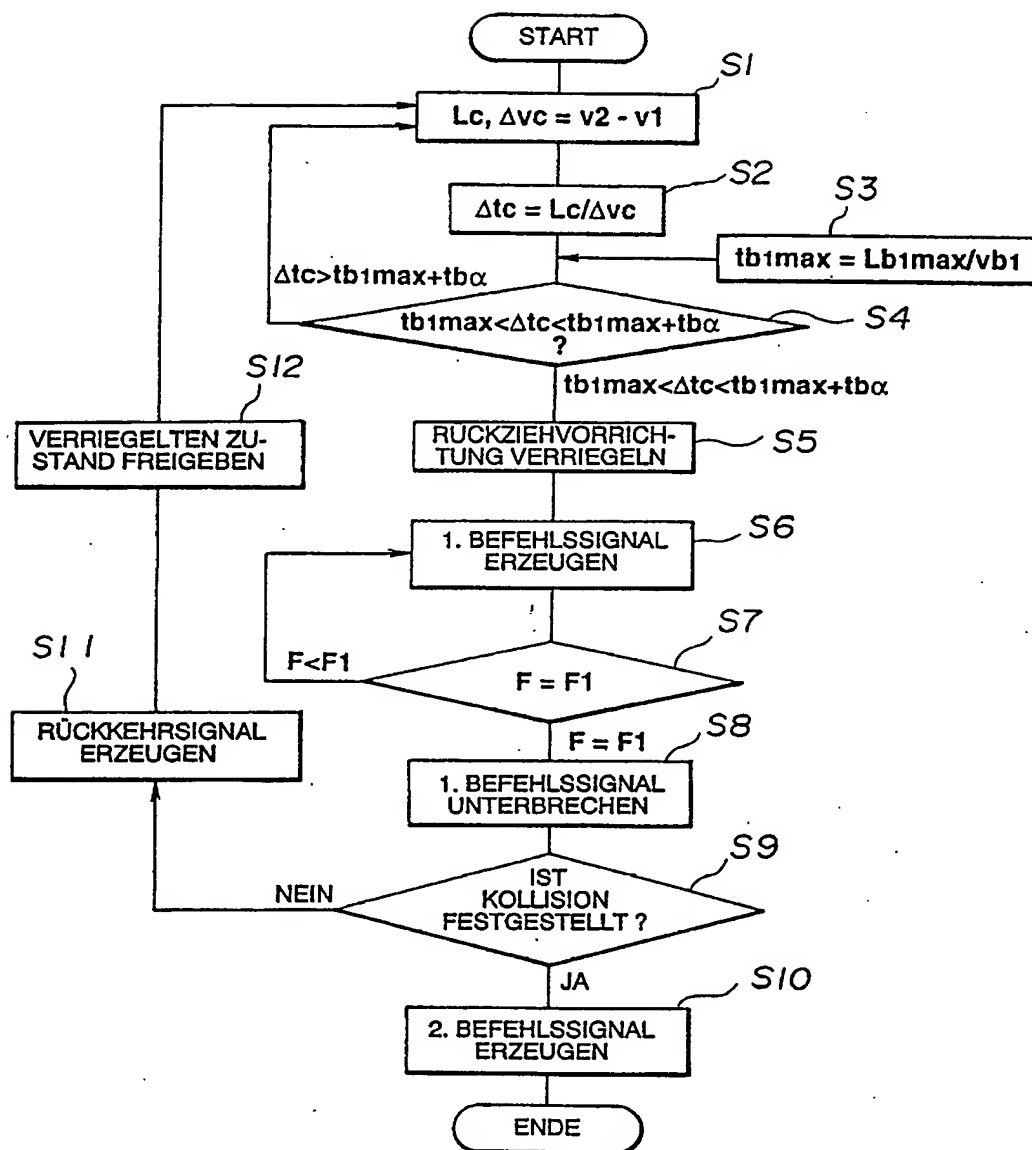


FIG.3

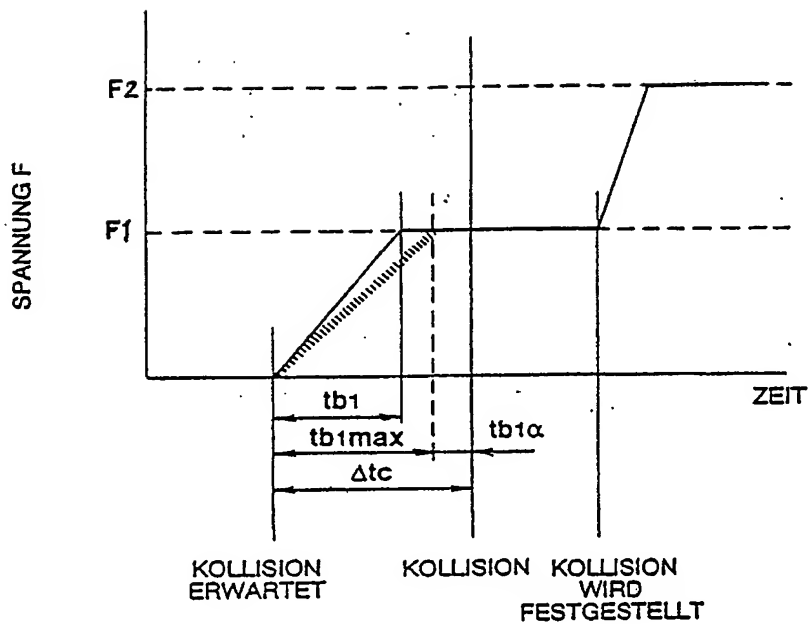


FIG.4

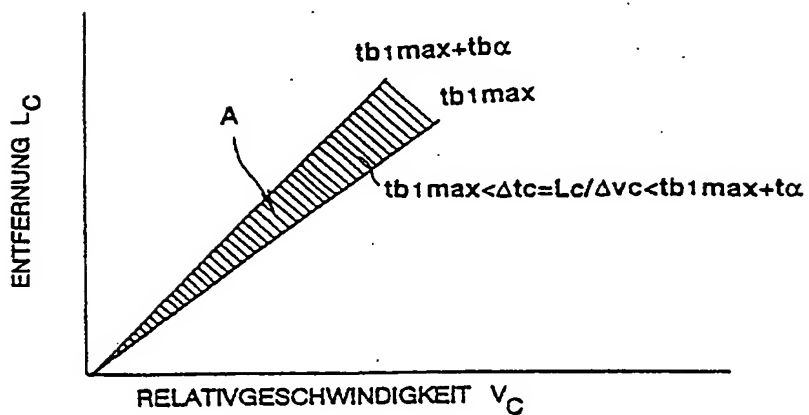


FIG.5

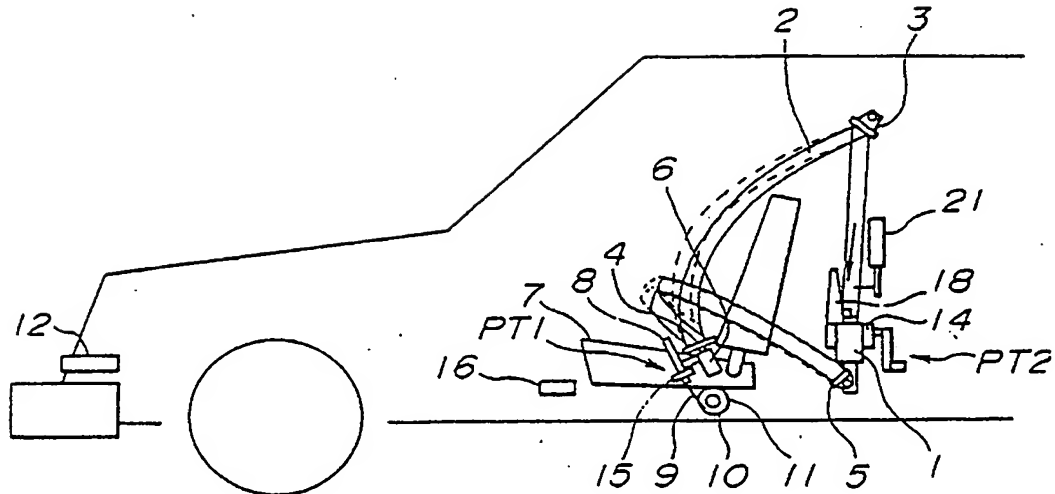


FIG.6

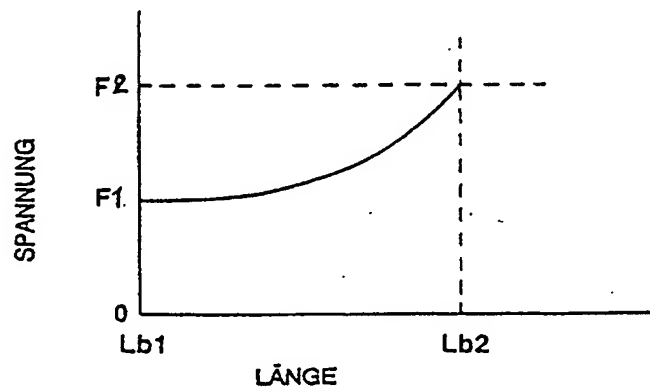


FIG.7

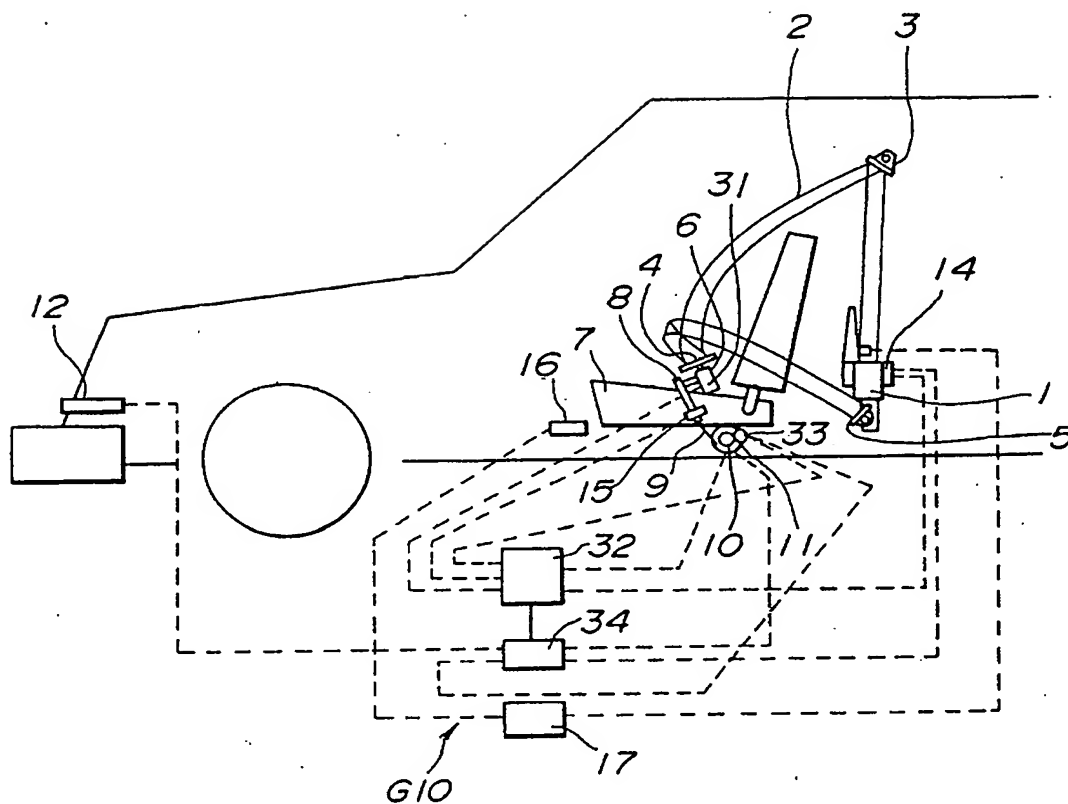


FIG.8

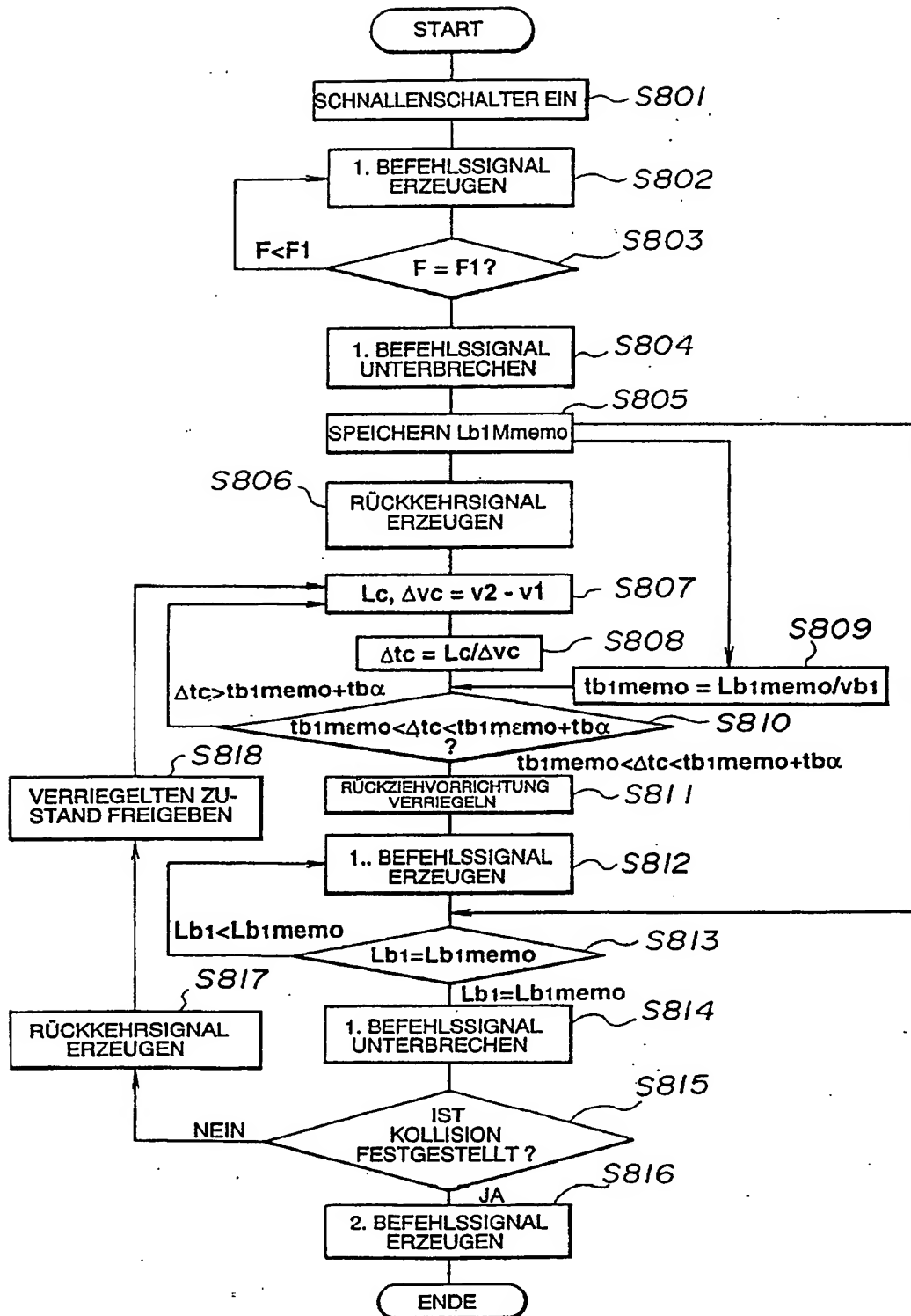




FIG.9

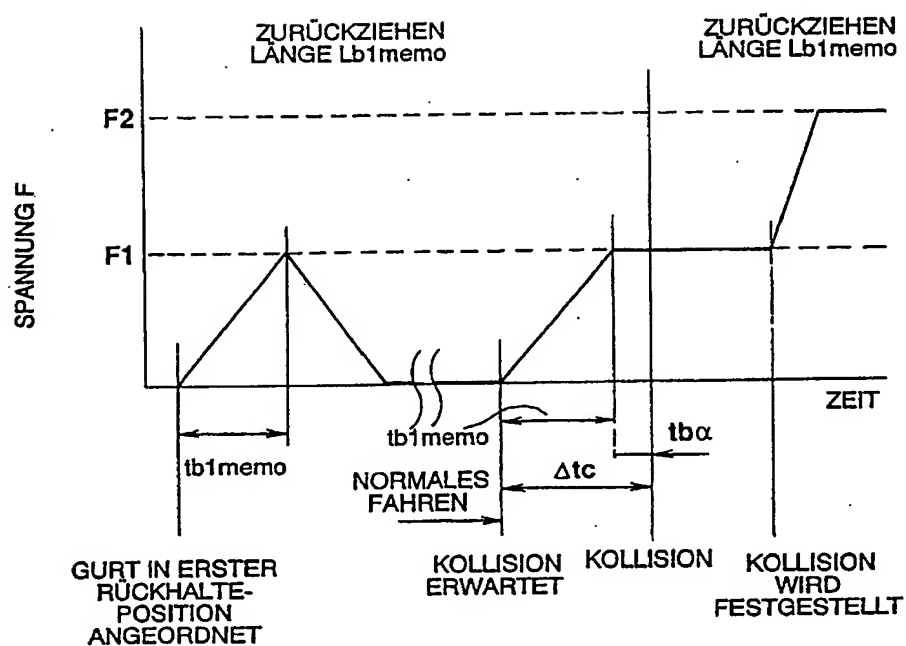


FIG.10

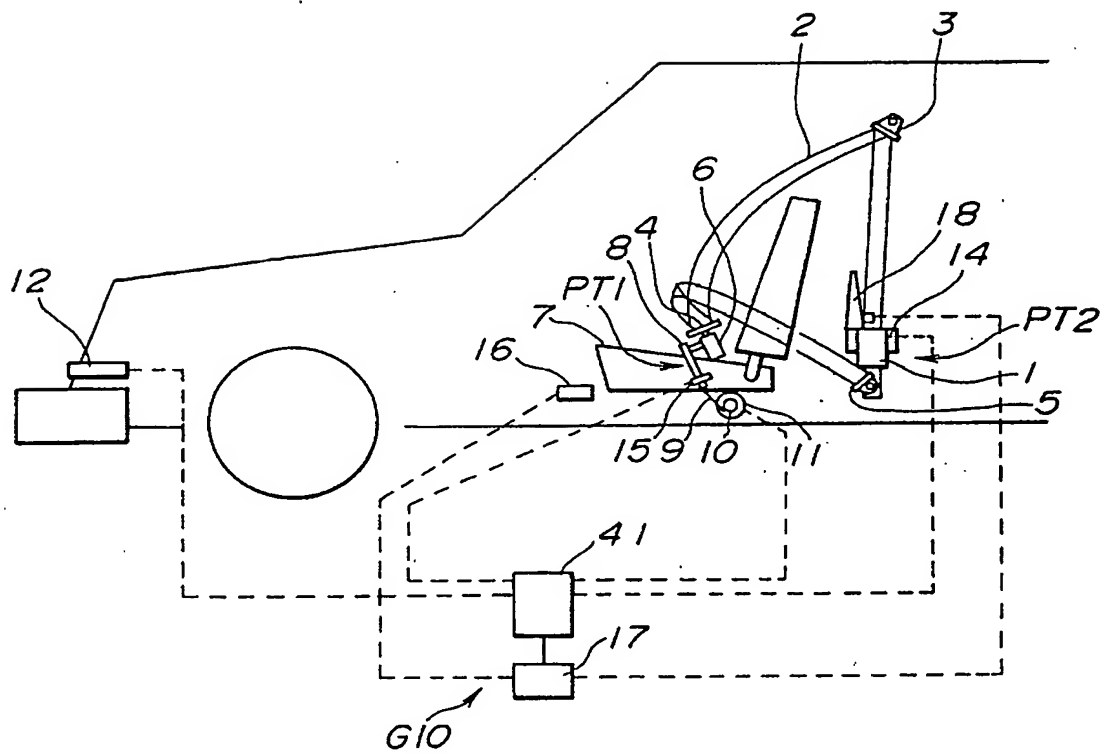


FIG.11

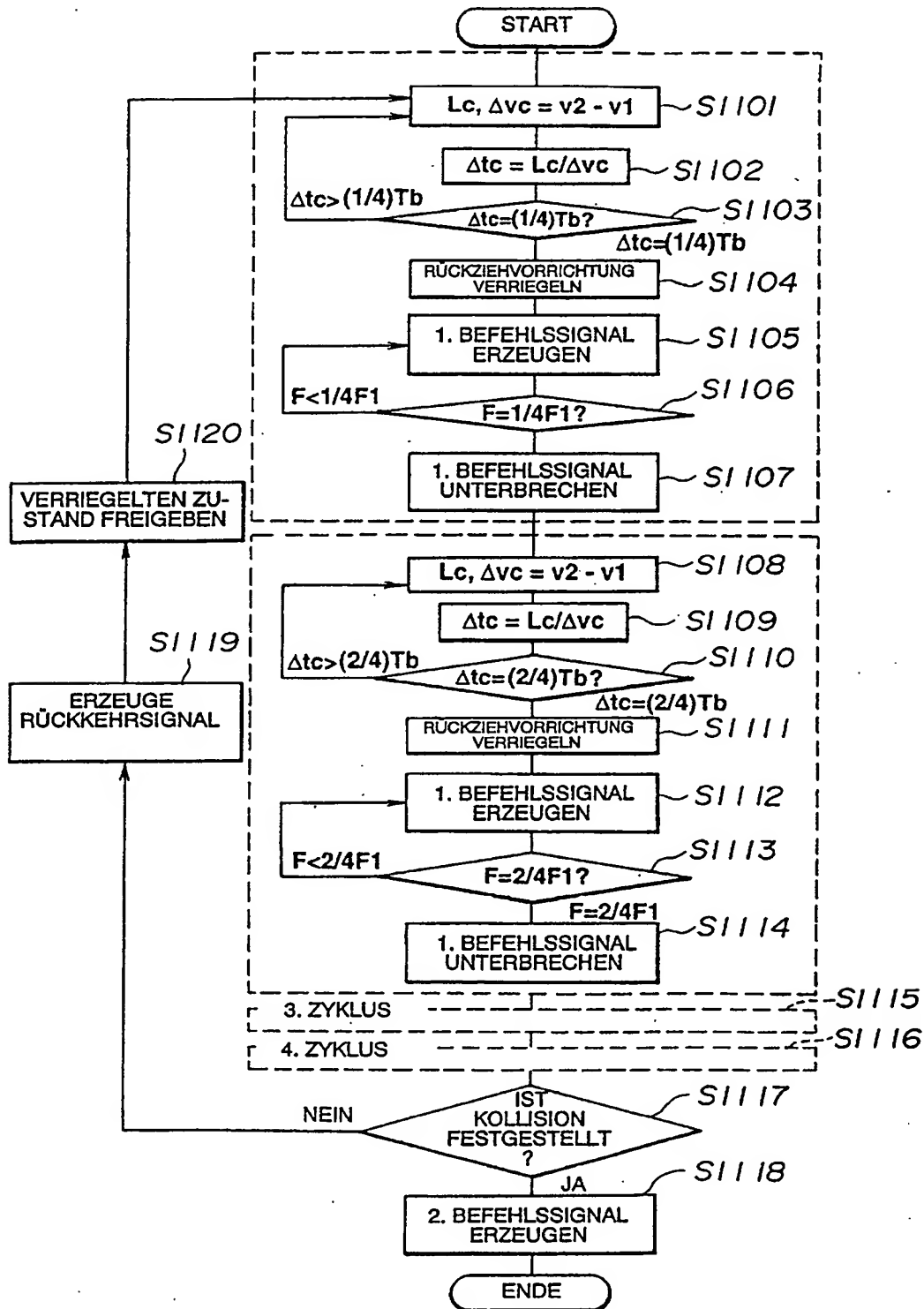


FIG.12

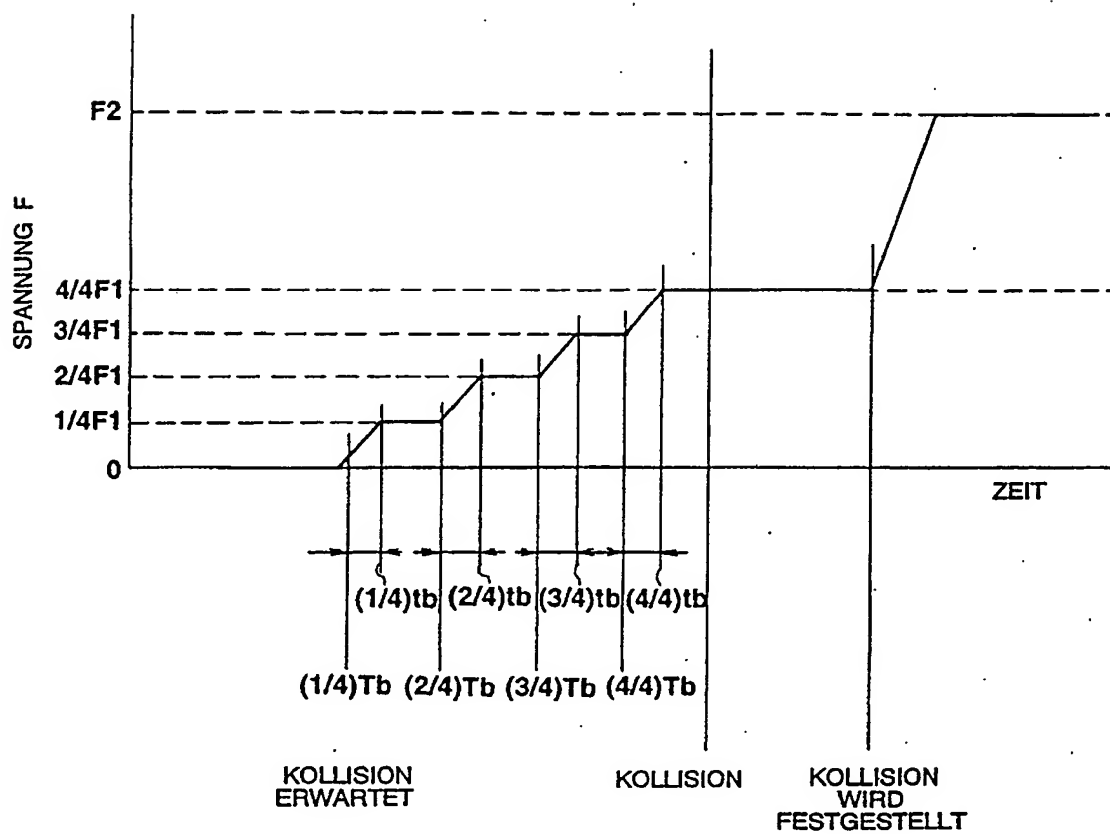


FIG.13

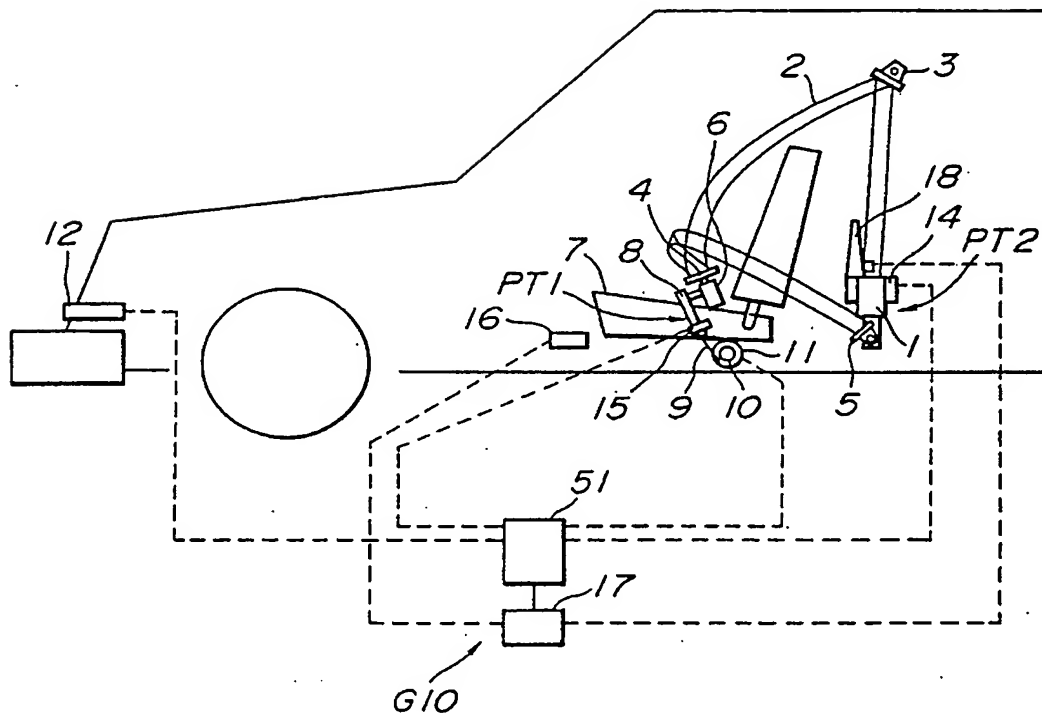


FIG.14

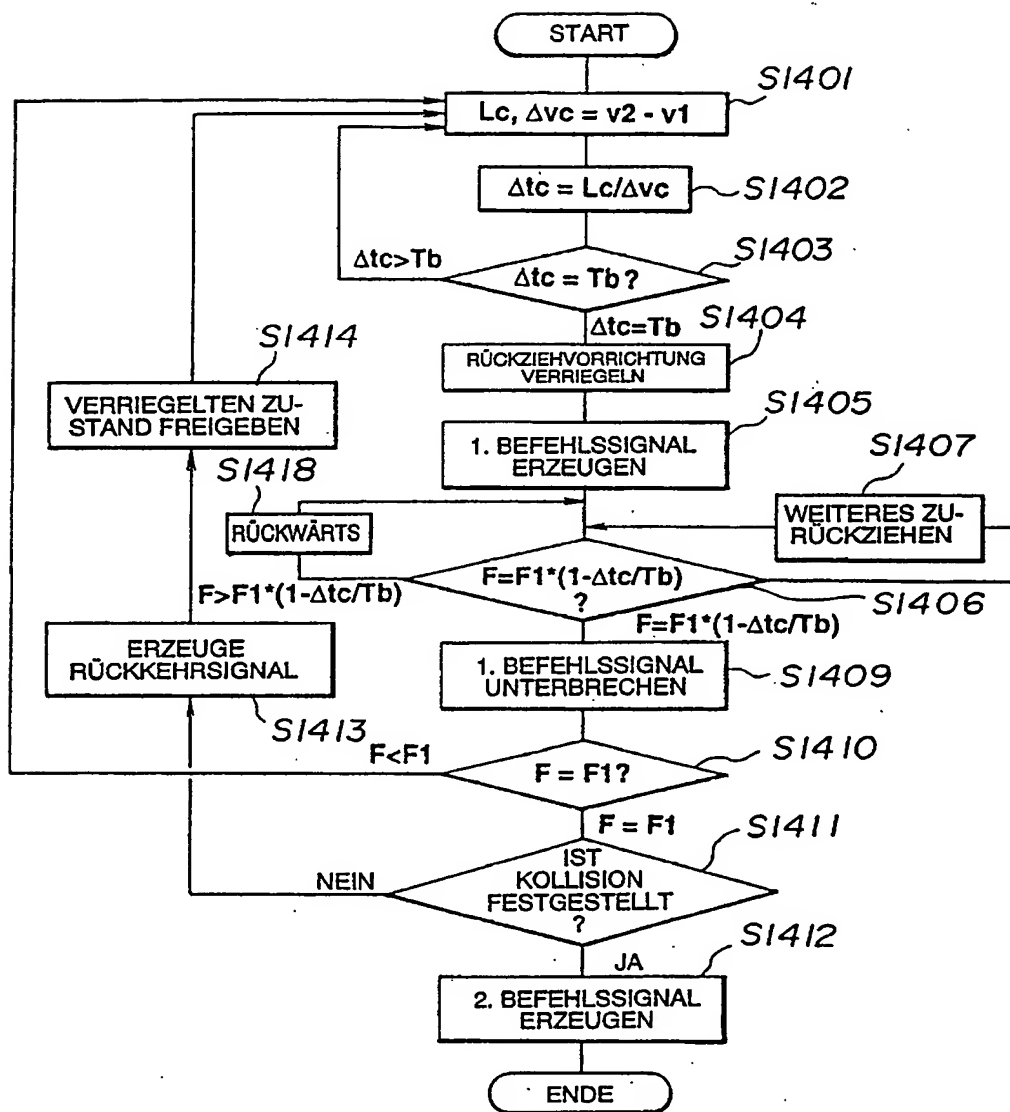




FIG.15

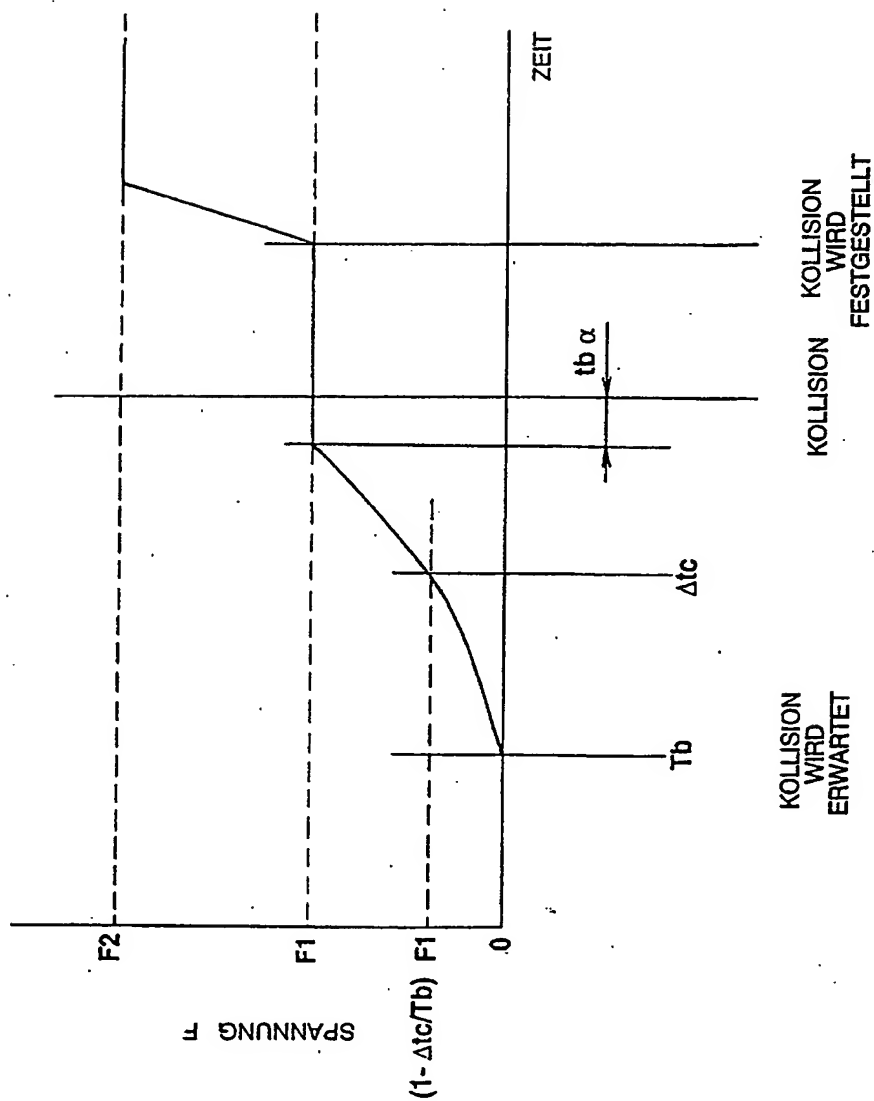


FIG.16

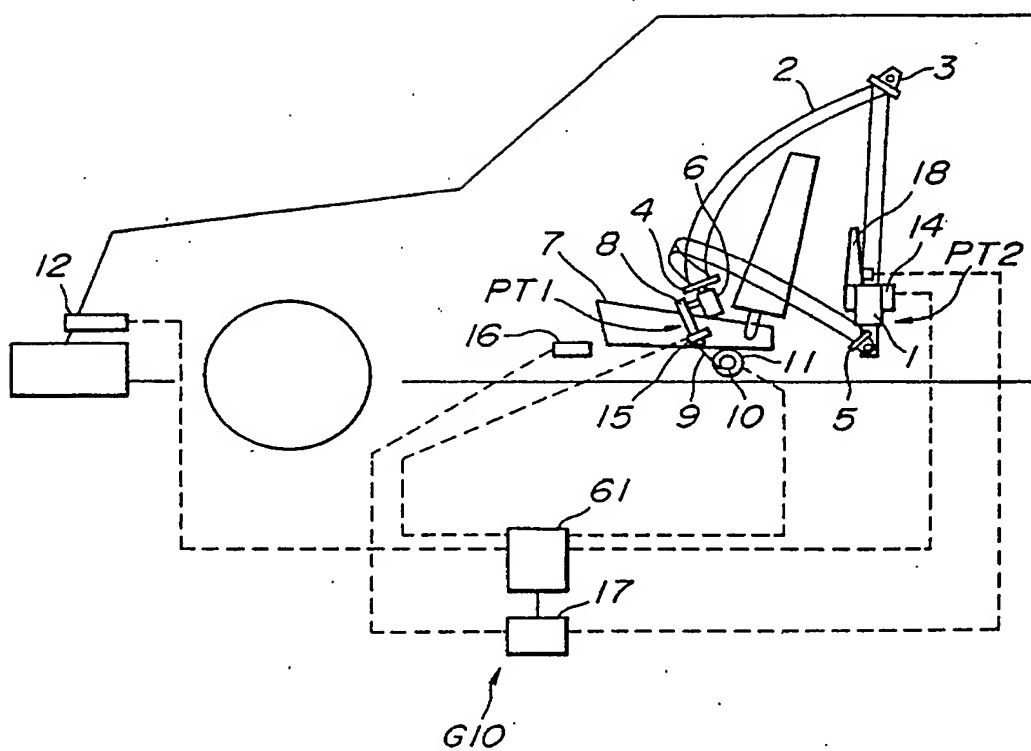


FIG.17

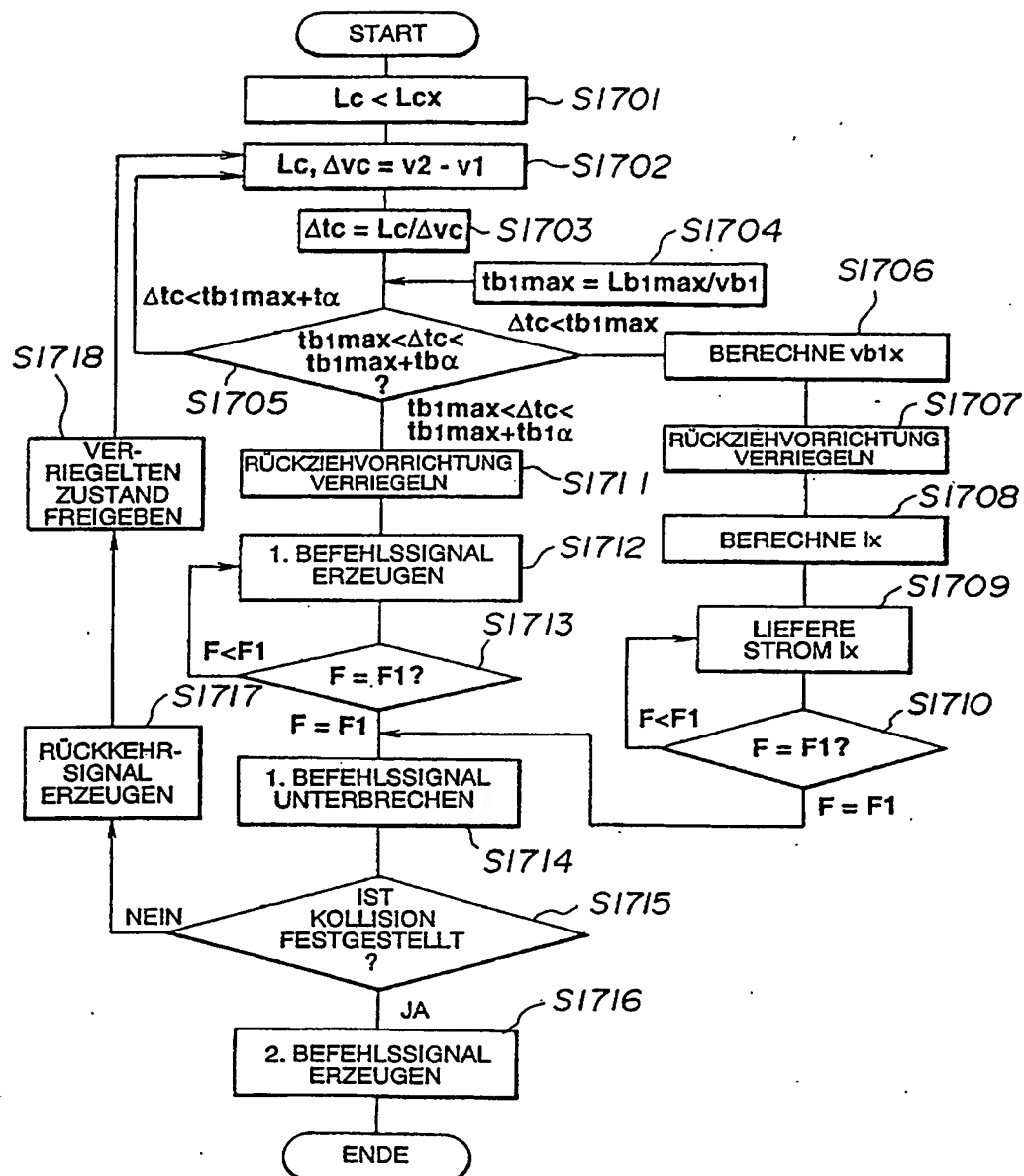


FIG.18

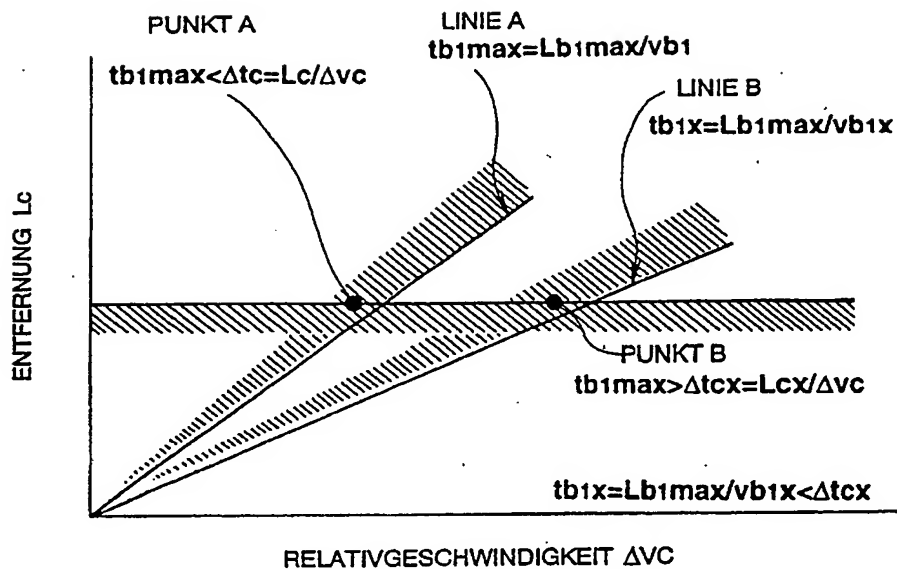


FIG.19

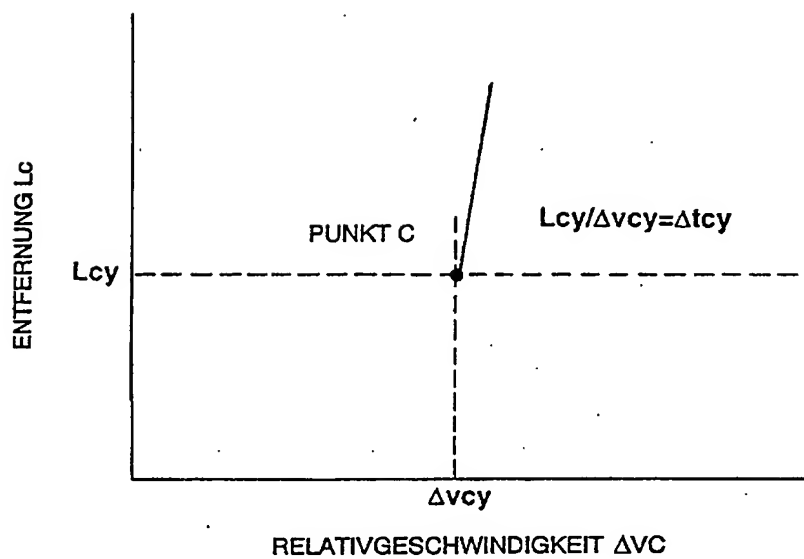


FIG.20

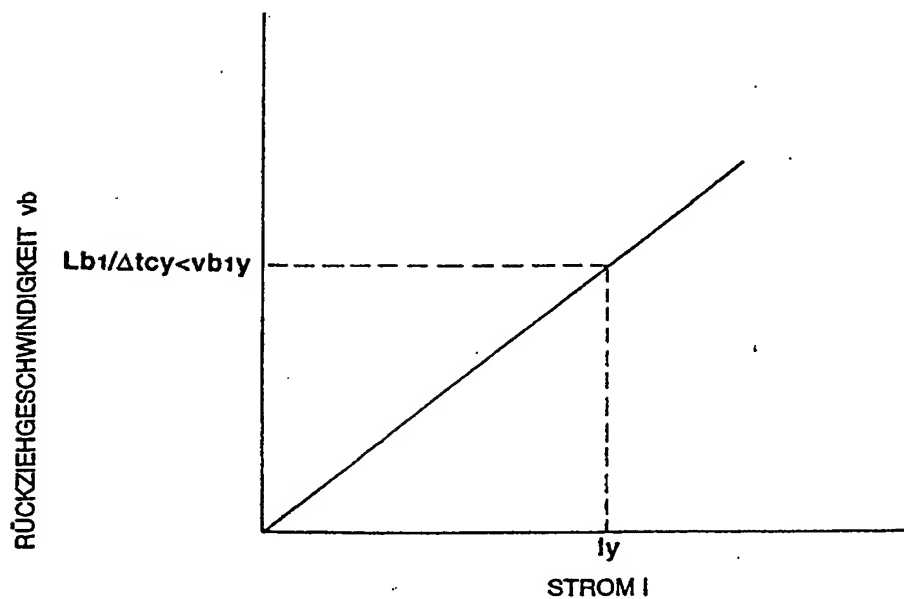


FIG.21A

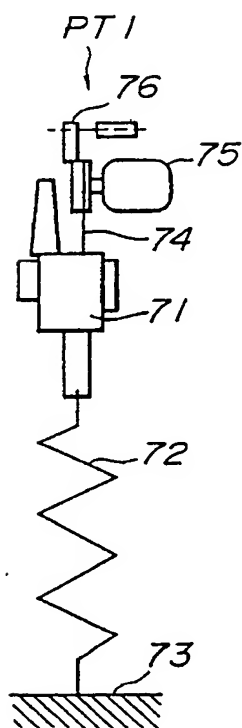


FIG.21B

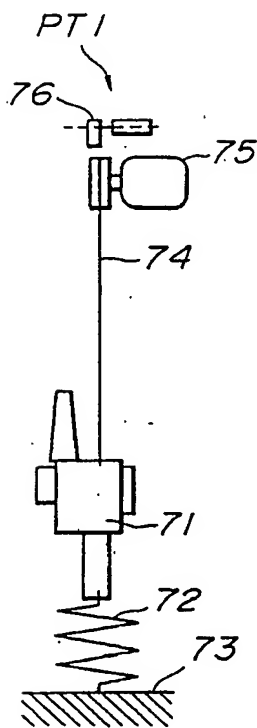


FIG.21C

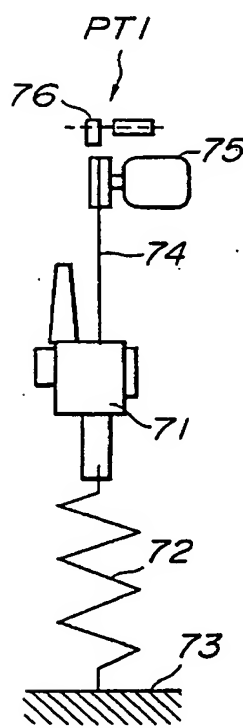




FIG.22

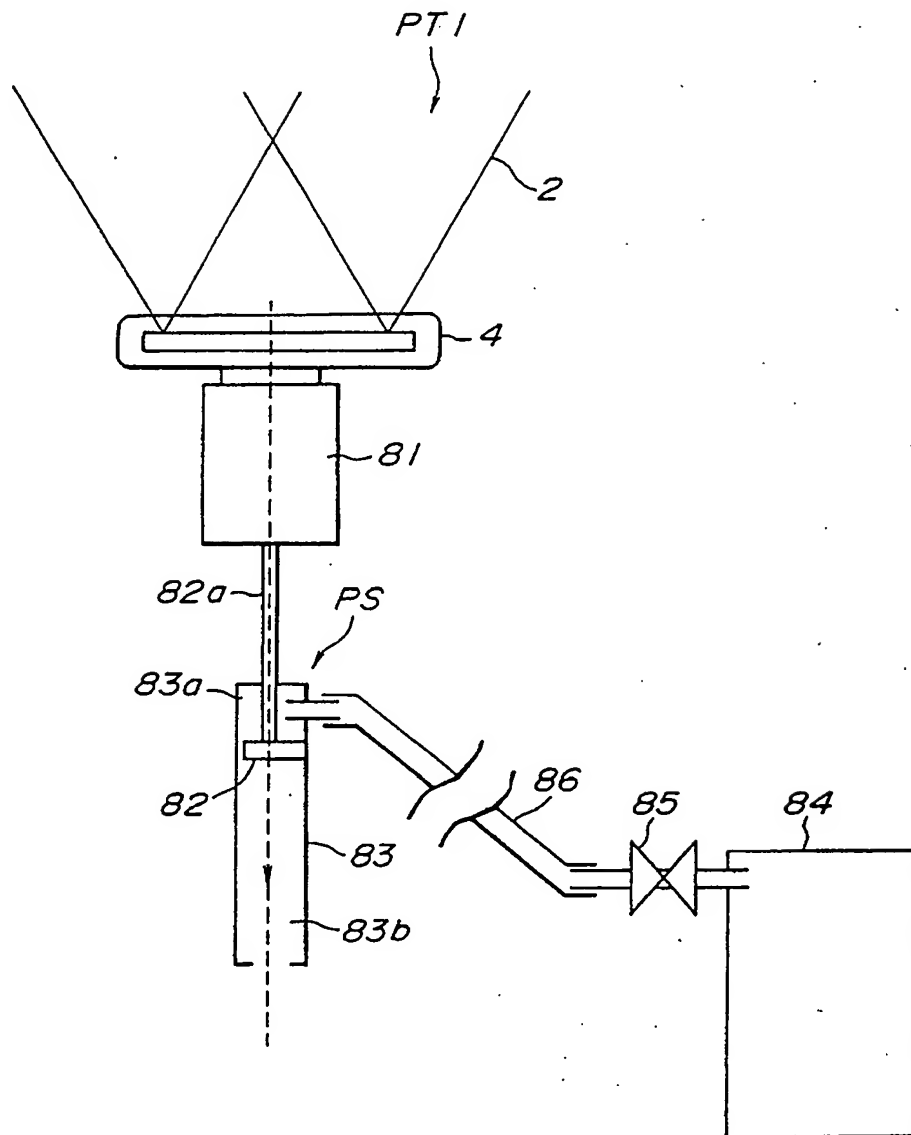


FIG.23

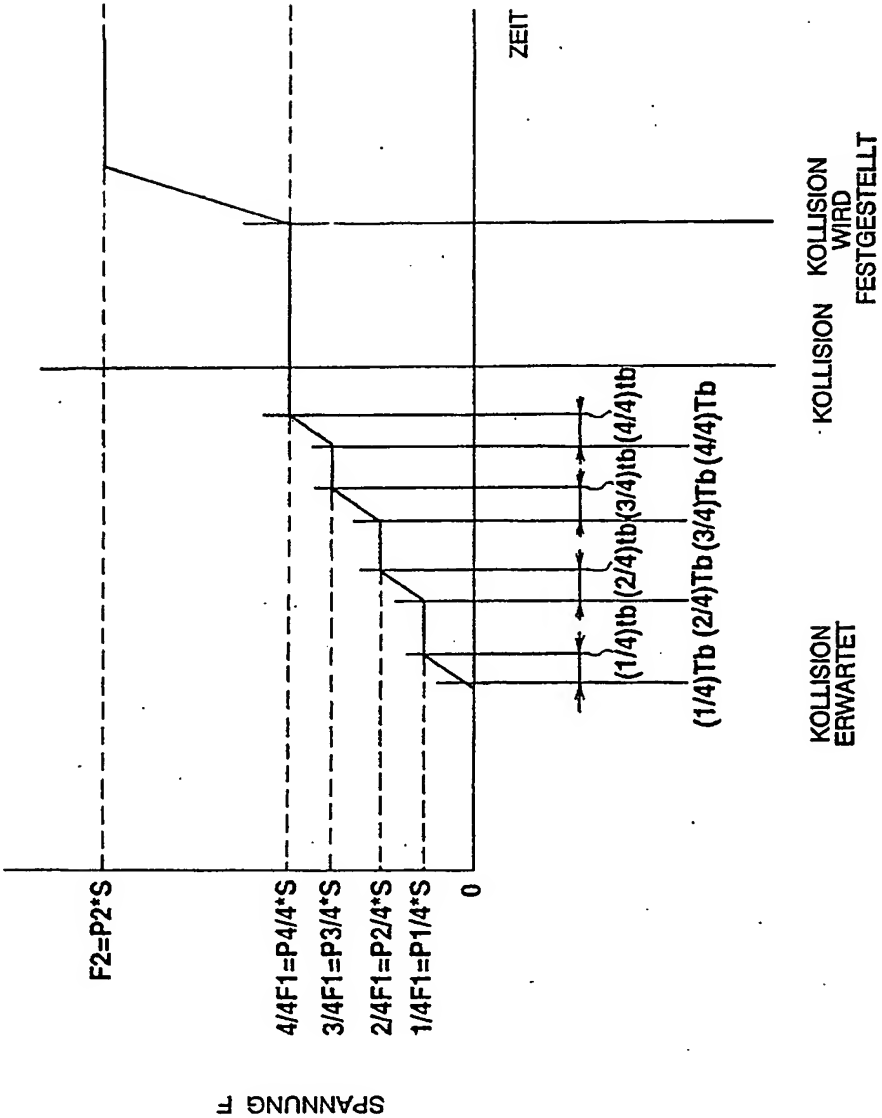


FIG.24

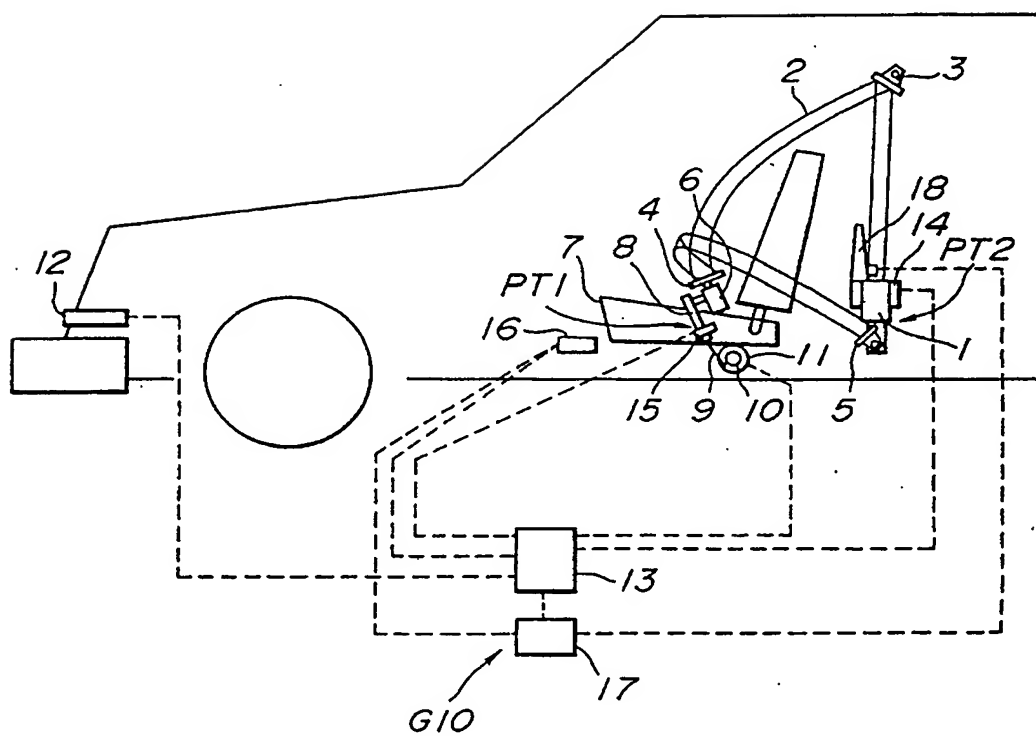


FIG.25

